

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

LIBEREC 2007

ĽUDMILA MINÁRIKOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

**ANALÝZA PROCESU PŘÍRAZU ÚTKU POMOCÍ
RYCHLOKAMERY ISPEED OLYMPUS**
**THE ANALYSIS OF THE PROCESS OF THE WEFT
PROPULSION BY MEANS OF THE
SPEEDCAMERA ISPEED OLYMPUS**

Vedoucí práce: Ing. Aleš Cvrkal

ROZSAH: - počet stran: 53
 - počet obrázků: 28
 - počet tabulek: 3
 - počet příloh: 2

LIBEREC 2007

ĽUDMILA MINÁRIKOVÁ

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená *diplomová (bakalářská)* práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *diplomové (bakalářské)* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou diplomovou (*bakalářskou*) práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové (*bakalářské*) práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové (*bakalářské*) práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své diplomové (*bakalářské*) práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 10. 05. 2007

.....

Podpis

P o d ě k o v á n í

Především bych tímto chtěla poděkovat Ing. Aleši Cvrkalovi za jeho ochotu, trpělivost a odborné rady poskytnuté během zpracování této diplomové práce.

Za pomoc při provádění experimentů a také za užitečné rady během zpracovávání naměřených dat, bych chtěla poděkovat Ing. Ingolfu Brotzovi a Ing. Ivě Mertové.

A v neposlední řadě, bych chtěla poděkovat mé rodině a příteli, kteří mně po celou dobu studia plně podporovali.

A b s t r a k t

Diplomová práce se zabývá vyhodnocením vzdáleností útků mezi sebou během procesu přírazu pomocí paprsku.

Jako vyhodnocovací zařízení byla použita vysokorychlostní kamera OLYMPUS, která umožňuje zachytit polohu útku, těsně před přírazem. Táto poloha je ovlivněná parametry tkaniny a nastavením tkalcovského stavu. Nastavením tkalcovského stavu se myslí okamžik zástupů listů, poloha svůrky, tahová síla v osnovních nitech aj. Parametry tkaniny i nastavení stavu ovlivňují nejen polohu 1. útku těsně před přírazem, ale také posuvy útků zatkaných již v předcházejících cyklech.

V této práci bylo poprvé použito obrazového záznamu synchronizovaného s tvorbou prošlupu.

K l í ě o v á s l o v a

Přírazná proužka, 1. útek, tkací odpor, přírazný puls, rozestupy útků, bezkontaktní metoda měření, synchronizace, napětí osnovy, zástup listů.

A n n o t a t i o n

This diploma work occupies by evaluation of distance between wefts during the battening process by the help of thread.

Highspeed camera OLYMPUS was used as a evaluation device. This camera enables to catch the position of the weft just before the battening. This position is effected by parametres of the fabric and by the regulation of the weaving loom. The regulation of the weaving loom means the same positions of the shafts, the position of the warp clip, tension force in warp ends etc.

The parametres of the fabric and the regulation of the weaving loom influence not only the position of the first weft just before the battening, but also the movements of the wefts, which were weaved in previous cycles.

For the first time, it was used video recording synchronized with the formation of the shed in this diploma work.

K e y w o r d s

Battening strip, first weft, weaving resistance, battening pulse, distances of the wefts, contactless method of the measurement, warp tension, shafts position.

O b s a h d i p l o m o v é p r á c e

Obsah.....	7
Seznam použitých symbolů.....	9
Úvod.....	11
1. Rešerše.....	12
1.1 Struktura a geometrie tkanin.....	12
1.1.1 Základní model tkaniny.....	13
1.1.2 Provázání nití ve tkanině.....	14
1.1.3 Základní charakteristika vazeb.....	17
– Symetrické – základní vazby.....	17
– Nesymetrické – rozšířené vazby.....	19
1.1.4 Popis provázání nití pomocí Peirceova modelu.....	19
1.2 Proces tvorby tkaniny.....	22
1.2.1 Základní pojmy.....	22
1.2.2 Napětí osnovy.....	23
1.2.3 Přírazná proužka.....	24
1.2.4 Čelo tkaniny.....	24
1.3 Příraz útku.....	26
1.3.1 Tkací odpor.....	26
2. Experimentální část.....	28
2.1 Popis používaných zařízení.....	28
2.1.1 Vysokorychlostní kamerový systém i-speed OLYMPUS 2.....	28
2.1.2 Ovladač displeje (CDU).....	29
2.1.3 Sonda tahu osnovy.....	30
2.1.4 Sonda pro dráhu listů.....	30
2.1.5 Měřicí ústředna MGC plus.....	30
2.1.6 Obrazová analýza.....	31
2.2 Popis pokusu.....	32
2.2.1 Použití rychlostní kamery pro záznam a analýzu skluzu útků do tkaniny.....	32

2.2.2 Tenzometrický snímač tahových sil v osnovních nitech.....	33
2.2.3 Sonda pro měření polohy listů.....	34
2.2.4 Měření pomocí obrazové analýzy.....	35
2.3 Měření.....	36
2.3.1 Velikost rozestupu útků v závislosti na změně tahové síly.....	36
2.3.2 Závislost dostavy útku na tahu osnovy.....	44
2.3.3 Postupy a výpočty pro zpracování dat.....	48
3. Závěr.....	49
3.1 Měření rozestupů útků pomocí i-speed OLYMPUS 2 Advanced.....	49
3.2 Měření dostavy na zařízení NIS-Elements.....	49
3.3 Vyhodnocení naměřených výsledků.....	50
Literatura.....	52
Příloha.....	53

S e z n a m p o u ž í t ý c h o z n a č e n í a s y m b o l ů

A	rozestup útkových nití	[mm]
A _u	ukládací rozestup útku	[mm]
A _{lim}	limitní hodnota vtlačení útku do tkaniny	[mm]
B	rozestup osnovních nití	[mm]
C ₁ , C ₂	konstanty pružnosti osnovy a tkaniny	[N.m ⁻¹]
D _o , D _u	dostava osnovy a útku	[n/cm]
d	průměr nitě	[mm]
d _o (d ₁)	průměr osnovních nití	[mm]
d _u (d ₂)	průměr útkových nití	[mm]
d _s	střední průměr	[mm]
e	relativní zvlnění nití	[]
F _o	tahová síla v osnovních nitech	[N]
F _p	přírazná síla	[N]
F _t	napětí tkaniny	[N]
f	koeficient tření	[]
h (H)	celková výška vazné vlny	[mm]
h _o (H ₁)	výška vazné vlny osnovní nitě	[mm]
h _u (H ₂)	výška vazné vlny útkové nitě	[mm]
l ₁ , l ₂	délky nitě ve vazném prvku	[mm]
N	normálová síla	[N]
p	rozteč nití ve tkanině	[mm]
p _o , p _u	rozteč osnovních a útkových nití	[mm]
p _{u min}	minimální rozteč útku	[mm]
Q	základní tahová síla působící těsně před přírazem v rovině tkaniny	[N]
Q ₁ , Q ₂	tahové síly v osnově a tkanině při přírazu	[N]
R	tkací odpor	[N]
S ₁ , S ₂	síly ve střednici osnovy a útku	[N]
S _{HP} , S _{DP}	síly v horním a dolním prošlupu	[N]
T	délková hmotnost (jemnost) nitě	[tex]

t	tloušťka tkaniny	[mm]
U	napětí útku v rovině tkaniny	[N]
u	plocha póru	[mm ²]
X	oblast pružení osnovy	[]
Y	přírazný puls	[mm]
z	zakrytí tkaniny	[]
γ	úhel zvlnění nitě ve tkanině	[rad]
γ	měrná hmotnost příze	[g.mm ⁻³]
μ	zaplnění plošné textilie	[]
ξ	skluz útku do tkaniny	[mm]
ρ	měrná hmotnost vláken	[kg.m ⁻³]
Φ, ψ	úhly mezi osnovní resp. útkovou nití a tkací rovinou	[rad]

ÚVOD

Technika tkaní je dnes již stará několik tisíciletí a patří bezesporu k nejstarším způsobům tvorby plošných textilních útvarů. I když se vedle tkaní používá celá řada dalších technik (pletení, vytváření netkaných textilií), zaujímají tkaniny ve výrobním sortimentu textilií stále dominující postavení. Očekává se, že toto postavení potrvá, i když absolutní objem výroby plošných textilií jiného charakteru bude stále narůstat.

Výroba tkanin proběhla během svého vývoje řadou důležitých vývojových etap – od ručního proplétání osnovy útkem, přes ruční stav, mechanický stav, stavy s neortodoxními prohozními systémy vzduchem či vodou, skřipcem, tuhou a ohebnou jehlou, až po postupné zanášení a zatkávání útku na víceprošlupných stavech.

Nejstarší textilní výroba je zatím doložena archeologickou expedicí vedenou J. Melaartem v okolí tureckého města Konya. V odkryté lokalitě Čatal Hyjūk, pocházející ze 7. tisíciletí př.Kr., byly nalezeny vůbec nejstarší zbytky textilií.

Jednotlivé principy zanášení útku umožňovaly a umožňují zvyšovat výkony tkacích strojů. Různé konstrukční zásahy do tkacích strojů (pro možné zvýšení výkonu) vedou v některých případech ke snižování kvality a změně struktury vyráběného zboží.

Změnu struktury a také změnu celého tkacího procesu lze do značné míry ovlivnit druhem vyráběného zboží. U tkanin, z hlediska vazeb, je rozhodující způsob provázání nití. Je známo, že vazby s vyšším a početnějším neprovazujícím úsekem dosahují vyšších dostav, než vazby hustě provázané [3].

K řešení určitých problémů, vzniklých během tkaní na čele tkaniny v procesu přírazu lze použít bezkontaktní optický videosystém SPEEDCAM nebo OLYMPUS. Na rozdíl od systému SPEEDCAM je nový systém OLYMPUS schopen synchronního záznamu obrazových dat s analogovým signálem.

Můžeme tak např. konkrétní poloze útku před přírazem, na obrazovém záznamu, přiřadit přesnou polohu zvoleného mechanismu, např. tkalcovským listům. A nebo jakoukoliv další polohu útku vůči jakémukoliv jinému mechanismu.

Použití bezkontaktního měření je prozatím jediná možnost jak řešit vzájemné polohy útků během procesu přírazu.

1. REŠERŠE

1.1 STRUKTURA A GEOMETRIE TKANIN

Konstrukce tkaniny se definuje obvykle vazbou, materiálem, dostavou a číslem použité příze. Tyto údaje dohromady určují tzv. plošnou geometrii tkaniny. Důležitá je také prostorová geometrie tkaniny, jejímž hlavním parametrem může být např. zvlnění osnovy a útku ve vazné buňce tkaniny. Místo o geometrii se často mluví o struktuře [4].

Struktura tkaniny značně ovlivňuje parametry nároků jejího uživatele. Můžeme je rozdělit do čtyř základních skupin:

- 1) Materiál osnovních a útkových nití,
jemnost přízí,
zákruty nití (směr zákrutů),
použití efektních nití (nopky),
- 2) dostava osnovy a útku,
zaplnění a také zakrytí nití,
hmotnost tkaniny,
vazba,
zvlnění nitě (úhel provázání),
- 3) technologický proces – nastavení stroje (předpětí osnovy nebo útku, jednoduchý nebo opakovaný příraz atd.),
- 4) úprava hotového výrobku.

Prakticky u každého mechanického procesu zpracovávání textilního materiálu vzniká tření. Je to údaj, který nám též ovlivňuje strukturu tkaniny. U předení, tření ovlivňuje uspořádání vláken v přízi, u pletení geometrii oček a v samotném tkaní má rozhodující vliv při setkatelnosti vyšších dostav [1].

V textilní výrobě se používají osnovní a útkové příze z různých materiálů nebo z některých směsí. Rozdílné složky textilního materiálu v útku a osnově, budou vytvářet různé podmínky silového působení a různé deformace mezi osnovou a útkem, svůrkou, očekem listu, zubem paprsku, atd.

Ukazuje se, že pro potřebu analýzy a řešení problematiky procesu tvorby tkanin je potřeba vycházet ze zjednodušujících předpokladů (bez zahrnutí skutečných deformací nití), které dávají teorie kruhových průřezů.

Z dosavadních výsledků výzkumu v oblasti geometrie a struktury tkanin je zřejmé, že za rozhodující parametry lze u tkanin z hlediska struktury považovat

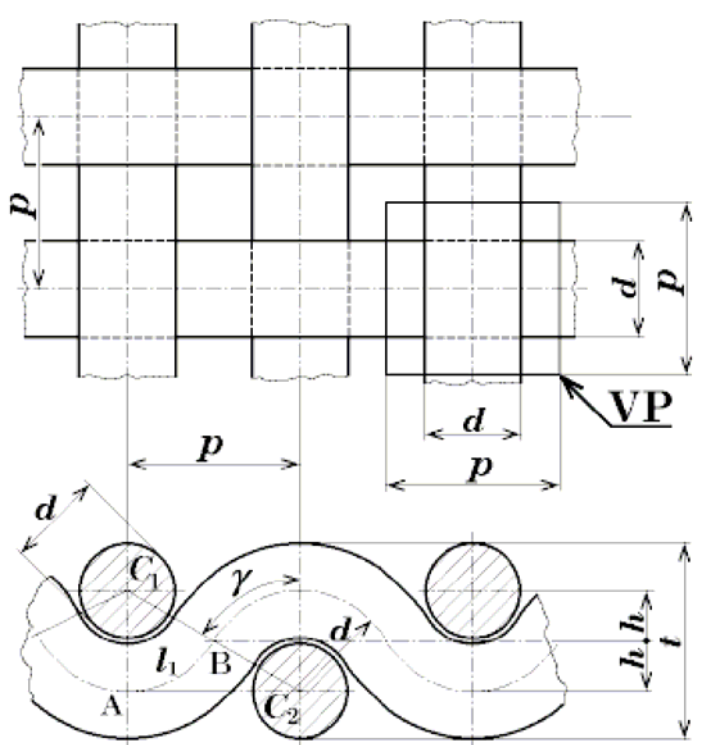
- jemnost osnovy a útku,
- dostavy osnovy a útku,
- výšku zvlnění osnovy a útku.

Všechny další parametry je možné považovat za odvozené a lze je v případě potřeby číselně vyjádřit [2].

1.1.1 ZÁKLADNÍ MODEL TKANINY

Základním stavebním kamenem každé tkaniny je tzv. „vazná buňka“, tvořená jedním překřížením osnovní a útkové nitě, ve které platí vztahy:

$$p_o = l/D_o \quad p_u = l/D_u \quad (1)$$



Obr. 1 Plátnová tkanina v limitní čtvercové dostavě.

Pokud existuje ve vazné vlně úsečka l_2 určité délky, nejedná se o tkaninu v limitní dostavě, neboť se nitě k sobě mohou ještě více přiblížit. Pokud $l_2 = 0$, jedná se o tkaninu v limitní čtvercové dostavě, viz obr. 1.

Pro oba směry a úhel zvlnění (max.) γ platí, že výška vlny je $h = d/2$, tloušťka tkaniny bude $t = 2d$. Z pravoúhlého trojúhelníka AC_1C_2 vyjde $(2d)^2 = p^2 + d^2$ a odtud rozteč nití p :

$$p = \sqrt{(2d)^2 - d^2} = \sqrt{3} \cdot d \quad (2)$$

Ze stejného trojúhelníka vyjde pro úhel zvlnění γ :

$$\cos \gamma = \frac{d}{2d} = 0,5 \text{ a } \gamma = \frac{\pi}{3} \quad (3)$$

Délka nitě v jednotce struktury bude $l = 2 \cdot l_1 \cong 2,01 \cdot d$. Zakrytí:

$$z = \frac{2 \cdot d \cdot p - d^2}{p^2} \cong 0,821 \quad (4)$$

Zaplnění:

$$\mu = \frac{\pi^2}{18} \cong 0,548 \quad (5)$$

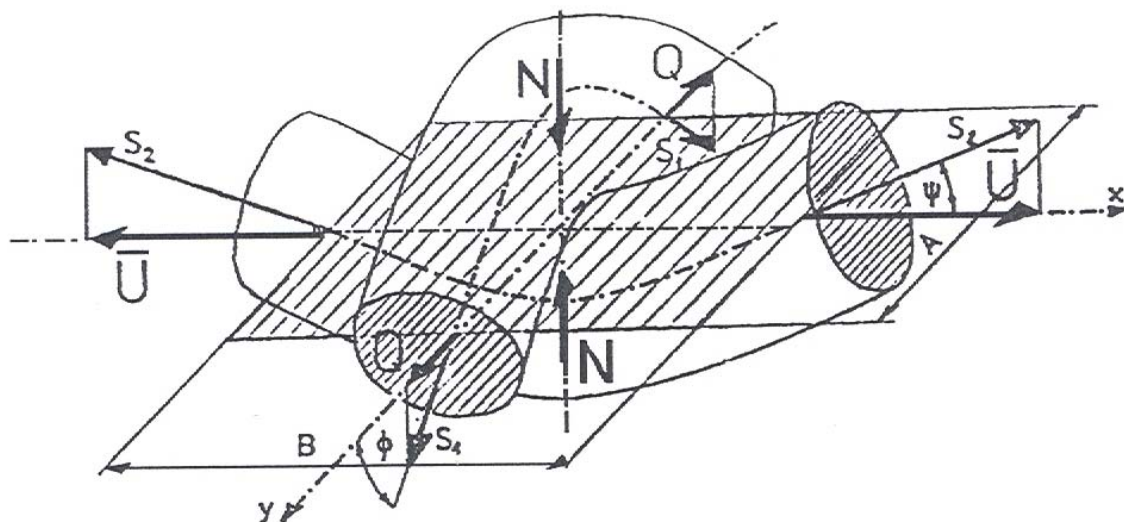
Každý strukturální prvek obsahuje i nezakrytou plochu - pór - o ploše $u = (p - d)^2$. Jeho relativní plocha odpovídá doplňku k limitnímu zakrytí, tj. $1 - z = 0,179$. Tato velikost není zanedbatelná, protože i tak malý pór může vadit [7].

1.1.2 PROVÁZÁNÍ NITÍ VE TKANINĚ

Způsob, jakým jsou nitě vzájemně provázány, je udáván vazbou. Volbou vazby určíme nejen stavbu, ale také mechanické i užité vlastnosti tkaniny (pevnost, tažnost, prodyšnost, omak, ohebnost, aj.).

Celý proces tkaní je vytváření vazných bodů. Výsledná tkanina závisí na druhu použité vazby. V místě zrodu vazné buňky, tj. v místě přírazu, je rozměrová stabilita obou soustav nití vazné buňky jiná, než v ustáleném místě uvnitř výsledné tkaniny. Změna nastává také ve tkanině na stavu. Tato změna má značný vliv na vlastní zakřížení osnovy a útku, tj. mění se struktura vazného bodu uvnitř tkaniny [5].

Model provázání osnovních a útkových nití ve stavu symetricky ustáleném, je zobrazen na obrázku číslo 2. Vycházíme z představy, že se jedná o kruhový průřez příze. Na čele tkaniny (tj. ve stavu zrodu) je vazný prvek ve směru osnovy nesymetrický, neboť osnova je rozevřena na úhel směrem do prošlupu a na úhel směrem do tkaniny. Během tkaní se jedná o křížení osnovních a útkových nití podle vzoru plátnové vazby [5].



Obr. 2 Vazný bod v plátně v ustáleném stavu, tj. symetrický v obou směrech x i y .

Základní parametry vazného prvku jsou:

- d_o průměr osnovní nitě, d_u průměr útkové nitě,
- A rozestup po útku (vzdálenost mezi dvěma sousedními útky), B rozestup po osnově,
- výšky zvlnění osnovy a útku: h_o - výška zvlnění osnovy měřená od tkací roviny do střední zvlněné osnovy, h_u - výška zvlnění útku měřená od tkací roviny do středního zvlněného útku,
- dostava D_o , D_u je počet nití osnovy nebo útku na 1cm ve tkanině,
- d_s je střední průměr osnovní a útkové nitě.

Mezi uvedenými parametry platí vztahy:

$$D_o = 1/B ; D_u = 1/A ; h_o + h_u = \frac{d_o + d_u}{2} = d_s \quad (6)$$

Základní síly působící na osnovu a útek ve vazném bodu (viz obr. 2):

- Q, U napětí osnovy a útku v rovině tkaniny,

- S_1, S_2 síly ve střednici osnovy a útku,
- ϕ, ψ úhly mezi osnovní resp. útkovou nití a tkací rovinou,
- N reakce působící mezi nitmi v bodě překřížení [8].

Ve skutečné tkanině při provázání dochází k vychýlení vazných bodů nad lící a pod rubovou rovinu tkaniny.

Pro vazbu tkaniny je charakteristická její pravidelně se opakující část – střída. Střidu každého vzoru je možné definovat na základě:

- velikosti jak v příčném, tak v podélném směru tkaniny,
- složitosti provázání v příčném i podélném směru.

Oba z výše uvedených parametrů z hlediska jak uživatelských, tak i mechanických, do značné míry ovlivňují výslednou strukturu tkaniny. Způsob, jak vyjádříme velikost a složitost provázání před začátkem tvorby tkaniny je:

- plošné zobrazení pomocí kterého rozkreslíme jednotlivě vazné body do vzornice v ploše,
- zobrazení v řezu (podélném i příčném), což je vyjádření konkrétního tvaru jedné konkrétní vazné vlny.

Velmi důležitou a neoddělitelnou součástí při hodnocení struktury tkaniny, z hlediska vnitřního uspořádání, je soubor parametrů určujících tzv. prostorovou geometrii. Poskytuje podrobnější údaje o vystupování vazných bodů.

Mezi základní údaje hodnotící prostorovou geometrii řadíme:

- zvlnění osnovy a útku ve vazné vlně,
- tvar vazné vlny v provázání,
- úhel provázání nití ve tkanině,
- délka nitě v provázání,
- velikost a tvar průřezu příze v řezu tkaninou, atd.

Prostorová geometrie je ovlivněná typem a seřazením stroje (špatným seřazením stroje může dojít k přepětí osnovní soustavy, což se odrazí na výsledné struktuře). Když budeme tkát na různých strojích, za různých podmínek tkaninu téže konstrukce, můžeme za výsledek dosáhnout odlišní prostorový strukturální provázání.

1.1.3 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA VAZEB

Obecně, lze vazby rozdělit, vzhledem k provázání nití v podélném a příčném směru, na:

- symetrické – (základní vazby),
- nesymetrické – (rozšířené vazby).

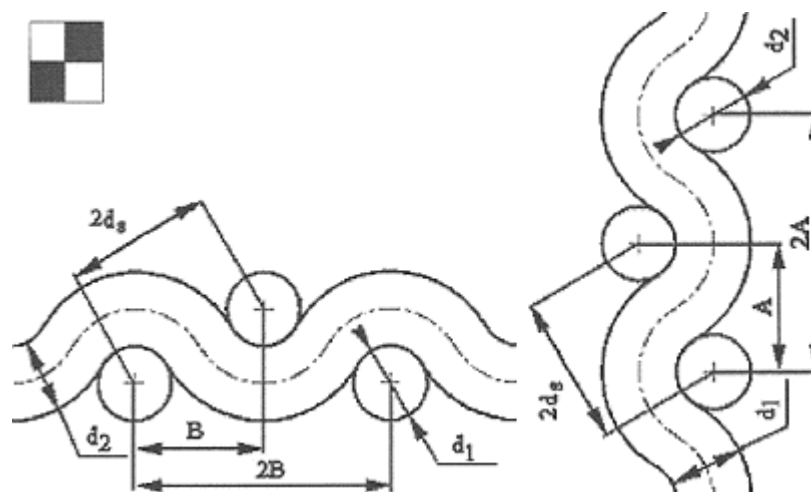
Tvar vazné vlny je dán složitostí provázání [3].

Symetrické – základní vazby

Patří sem vazby, u kterých provázání ve směru osnovy je shodné s provázáním ve směru útku. Charakteristickým znakem pro základní tkaninu je provázání, složeno z konstantního počtu přechodových úseků nazvaných flotáž. Základní vazby tkanin jsou:

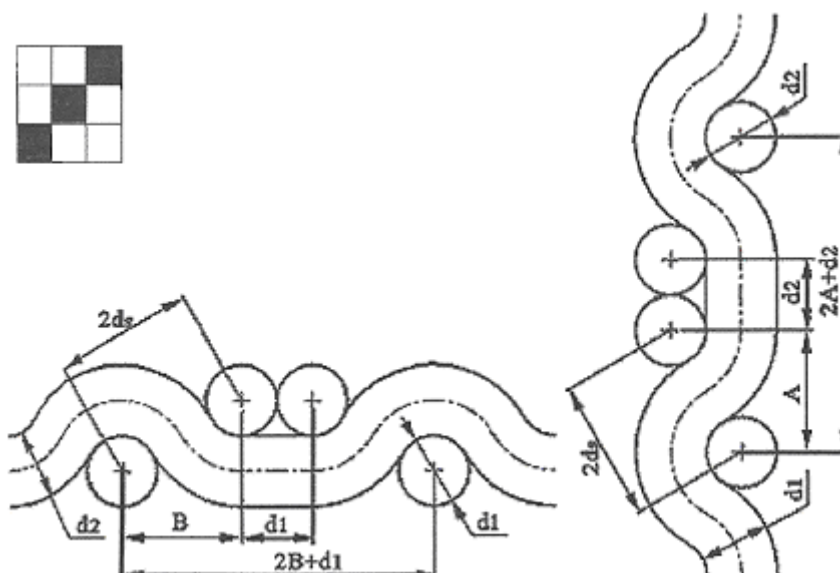
- plátnová vazba,
- keprová vazba,
- atlasová vazba.

Výchozí a zároveň základní vazbou je vazba plátnová (viz obr. 3). Lze předpokládat, při dodržení stejných parametrů v osnově i v útku, že výsledná struktura tkaniny bude dosahovat stejných vlastností v jednotlivých směrech. Je to nejjednodušší a nejpoužívanější druh tkalcovské vazby. Mezi osnovními nitěmi a útky je maximální překřížení, takže tkanina vyžaduje menší dostavu nití a má nižší hmotnost než při použití kterékoli jiné vazby při stejné plnosti. Střída vazby má dvě nitě osnovní a dva útky. Při stejném směru zákrutu v osnově i v útku má tkanina drsnější povrch, než když mají jednotlivé soustavy opačný směr zákrutu příze.



Obr. 3 Plošné zobrazení plátnové vazby (zobrazení v podélném a příčném řezu).

U vyšších vazeb základních je rozdíl ve velikosti neprovazujícího úseku, a tím se řadí do skupiny volných. Odlišnost těchto volných vazeb určuje zvolený způsob provázání, např. keprové základní – jejich charakteristickým znakem je šikmé řádkování levého nebo pravého směru. V keprovém řádku se vazní body dotýkají rohem. Rozlišujeme kepry osnovní a útkové. Řádkování lze dosáhnout posunutím vazného bodu o jednu nit směrem doleva nebo doprava. Plošné zobrazení keprové vazby je na obrázku číslo 4 [4].

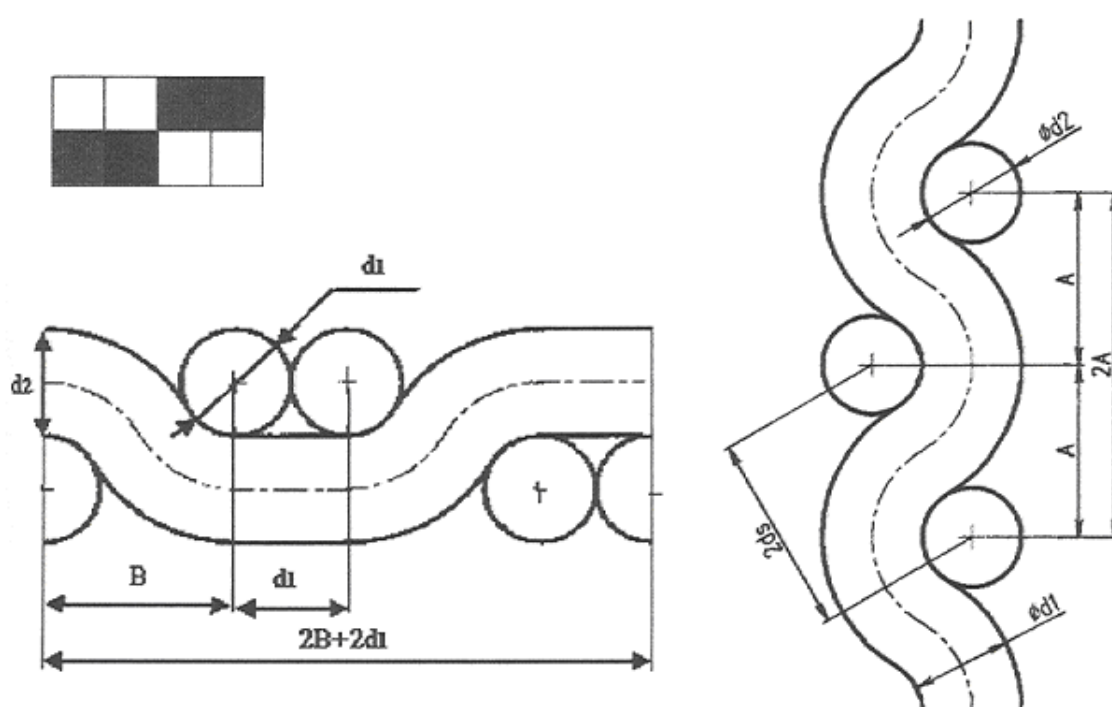


Obr. 4 Plošné zobrazení vazby keprové (zobrazení v podélném i příčném řezu).

Nesymetrické – rozšířené vazby

Existuje X možných kombinací neprovazujících nití v sousedství, a proto můžeme vytvořit X tvarů vazných vln.

Tato skupina vazeb je charakteristická tím, že provázání ve směru osnovy není shodné s provázáním ve směru útku. Na rozdíl od výše uvedených vazeb základních, tvar vazné vlny (provázání) závisí na stupni provázání nití ve tkanině, tj. na specifickém počtu přechodových úseků jedné soustavy z lící strany na rubní, a zpět, a také na počtu a velikosti neprovazujících úseku v provázání. Základní skupinu nesymetrických vazeb tvoří odvozené plátnové – rypsy, viz obr. 5.



Obr. 5 Plošné zobrazení nesymetrické vazby (zobrazení v podélném i příčném řezu).

1.1.4 POPIS PROVÁZÁNÍ NITÍ POMOCI PEIRCEOVA MODELU

Během let vývoje tkaní bylo navrženo a použito mnoho různých geometrických tvarů, které by nejlépe popisovaly uspořádání nití ve tkanině. Nejznámější z nich je návrh Peirceho geometrie tkaniny. Model provázání dle F.T.Peirce je na obrázku 7.

F.T.Peirce při matematickém řešení předpokládal, že řezy nití, se kterými pracuje, jsou okrouhlého tvaru, i když připouštěl, že u hotových tkanin existuje zploštění nití vzniklé jejich výrobou. I když Peirce bral tuto skutečnost v potaz, uvažoval o geometrii tkaniny založené na eliptických průřezech. Nakonec dospěl k názoru, že by takový postup byl příliš komplikovaný, pracný a ztěžoval by výpočet. Proto nakonec přijal aproximační řešení, které spočívalo v tom, že eliptický průřez nití byl nahrazen okrouhlým průměrem. Přibližný tvar nití v tkanině je vidět v řezu na obr. 6.

Čárkovaně jsou naznačené skutečné profily nití eliptického tvaru, které jsou nahrazeny zidealizovanými kruhovými profily.

Vzorec podle kterého získáme tvar kruhového profilu je:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot T \cdot 10^{-6}}{\pi \cdot \gamma}} \quad (7)$$

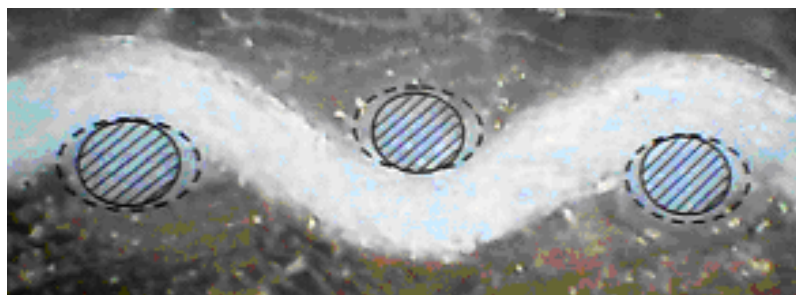
T ... jemnost příze [tex],

γ ... měrná hmotnost útvaru vypočtená podle vztahu [6] (8):

$$\gamma = \rho \cdot \mu \text{ [kg.m}^{-3}\text{]} \quad (8)$$

ρ ... měrná hmotnost vláken [kg.m⁻³],

μ ... zaplnění příze [-].

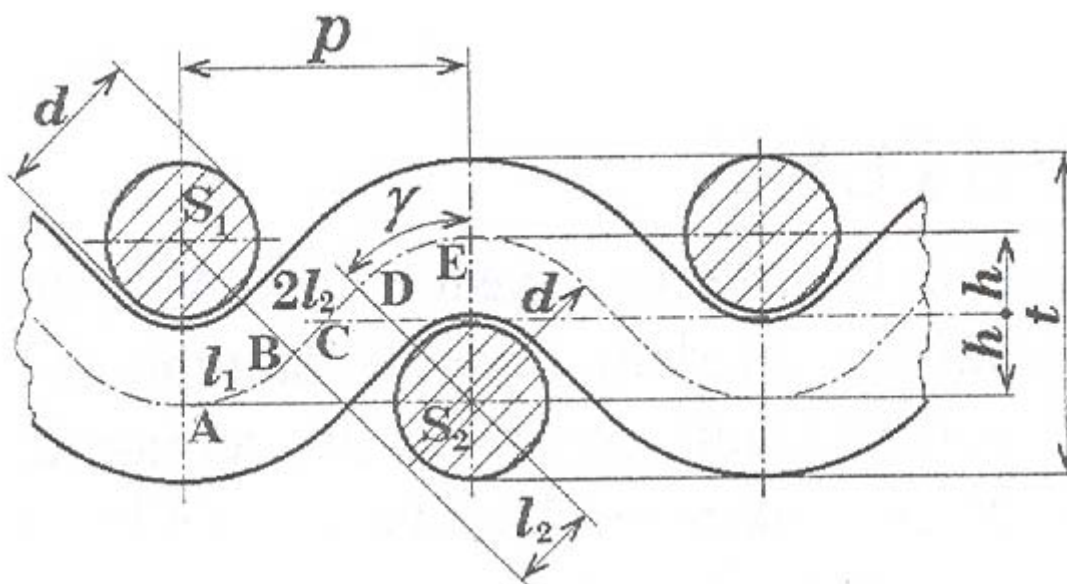


Obr. 6 Příklad z řezů tkanin v plátnový vazbě.

Tato geometrie je nejčastěji používána pro svoji jednoduchost. Její přesnost je ale poměrně nízká. Model předpokládá, že průřez nitě je kruhový a tvar osy nitě ve vazném prvku složen z kruhového oblouku a úsečky [7].

Pro stanovení základních matematických rovnic vychází z následujících předpokladů:

- průměr nitě v řezu ve tkanině je kruhový – neuvažuje v daném modelu zploštění ani jedné soustavy nití ve tkanině,
- vazná vlna osnovy, resp. útku, je nahrazena obloukem kružnice a přímkou (při těsném provázání volná struktura nahrazena přímkou je rovna nule, náhrada vazné vlny v daném případě je čtvrt oblouku kružnice),
- vazná vlna je v jednoduchém provázání – plátně. V případě neplátnových a vyšších odvozených vazeb je úsek neprovazujících nití ve tkanině nahrazen konstantním úsekem ve velikosti flotáže.



Obr. 7 Model Peirce – vyjádření volného provázání na základě oblouku a přímky.

Pro daný rozestup A , resp. B , lze tak vypočítat, z výše uvedené geometrie provázání nití ve tkanině, dané zvlnění osnovy h_o , resp. útku h_u , a danou tloušťku příze d_s , podle rovnice (6).

1.2 PROCES TVORBY TKANINY

1.2.1 ZÁKLADNÍ POJMY

Konkrétně je tkanina tvořena z geometrického hlediska dvěma kolmými soustavami podélných (osnovných) a příčných (útkových) nití spojených vzájemným provázáním – vazbou.

Proces vytváření tkaniny se děje na tkacím stroji tak, že pracovní nástroje (funkční mechanismy) realizují již od prvopočátku tkaní čtyři známé technologické fáze:

1) otevření prošlupu,

mechanismus prošlupního ústrojí pomocí tkacích listů s nitěnkami rozevírá soustavu osnovních nití a vytváří klínovitý prostor – prošlup – pro zanesení útkové nitě,

2) zanesení útku,

do otevřeného prošlupu je pomocí zanášeče (člunek, skřípec, jehla, voda nebo vzduch) uložena po celé šířce stroje útková nit,

3) zavření prošlupu,

po uložení útkové nitě do prošlupu se tkací listy pohybují opačným směrem a procházejí přes základní polohu – zástup (osnovní nitě v jedné rovině) – do druhé krajní polohy, čímž vzniká provázání útkové nitě se soustavou nití osnovních,

4) příraz útku,

přírazem prováděným přírazovým mechanismem, dojde k přemístění útkové nitě do čela tkaniny a k jeho „zatlačení“ do tkaniny. Paprsek – funkční část přírazového mechanismu má ještě druhou funkci – udržuje osnovní nitě v předepsaných vzdálenostech.

Z uvedeného plyne, že stroj obecně vytváří tkaninu prostřednictvím třech nástrojů (funkčních mechanismů) ve vzájemné činnosti. Těmito funkčními mechanismy jsou:

- prošlupní mechanismus,
- prohozní mechanismus,
- přírazový mechanismus [2].

1.2.2 NAPĚTÍ OSNOVY

Sledování problému vlivu napětí a tření osnovní nitě na její trhavost, a také sledováním závislosti mezi napětím osnovy a funkčními parametry stroje ukázalo, že dynamické napětí osnovy vznikající v momentu přírazu bidlem se změní s změnou příčného řezu nitě.

Napětí osnovy má vliv na srážení tkaniny a zkrácení osnovy. Také dostava po osnově má vliv na proces formování. Vrat útku při pohybu paprsku je způsoben, působením vodorovné sílové složky osnovy, která tlačí na útek. S rostoucím předpětím osnovních nití roste přírazná síla a zmenšuje se velikost přírazné proužky.

Tahová síla v osnovních nitech je určovaná především odvíjením z osnovního válu (osnovní brzdou nebo regulátorem a osnovní svůrkou).

V disertační práci G. I. Medvědeva napsal autor, že přírazná proužka závisí na velikosti základního napětí osnovní nitě v cyklu formování tkaniny. Je-li ve směru osnovy dostatečné, přírazná proužka se stabilizuje. Nerovnoměrné napětí osnovy po pracovní šířce stavu je způsobeno třením tkaniny a rozpínky. Podle jeho názoru, když zkoumal horní a dolní nitě prošlupu, vyšlo důležité posouzení : *"V případě, že tkanina má střední dostavu, napětí nití je stejné u obou částí prošlupu, horního a dolního."* Tlak osnovy na útek je skoro stejný.

K.G.Aleksejev uvažoval, že při přírazu osnovy je napětí veliké, a proto se osnovní nit napřimuje a útková nit se maximálně ohýbá.

Napětí osnovy v pracovním cyklu není ustálené vzhledem k vlivu tlaku paprsku působícího na osnovy a útky. V momentu zástupu listů je minimální. Při otevřeném prošlupu se zvyšuje, a dosahuje maximální hodnoty v přední poloze paprsku v okamžiku přírazu. Jeho nárůst v osnovních nitech se vysvětluje odpory, které byly způsobeny nárůstem třecí síly (v skluzu útků po osnovních nitech) a tlaku paprsku na osnovy. Kromě působení těchto sil na nitě v pracovním cyklu tkacího stroje, je nutno počítat i s působením zbožového regulátoru, který musí být nastaven do oblasti napětí, při němž se při přírazu neuvolňuje tah. Základními podmínkami tkacího procesu jsou napětí osnovy a útku, napjatost předlátky, zejména na čele tkaniny a v rozpínkách, správný přívod osnovy a útku do přírazného místa [8].

1.2.3 PŘÍRAZNÁ PROUŽKA

Oblast, v níž dochází k pružení útku v okolí čela tkaniny během přírazu, je přírazná proužka. Nejzávažnější proces vzniká ve formovací zóně, kdy je několik útků najednou vtlačováno do tkaniny a po jeho odeznění vytlačeno zpět. Pohyb útků je omezen třením mezi útky a osnovou.

Znalost tzv. přírazného úhlu je důležitá pro studium přírazných sil. Závisí na dostavě zboží, na součiniteli tření a na počtu „hrajících“ nití ve formovací zóně.

Počet „hrajících“ nití čili hloubka formovací zóny rovněž závisí na dostavě a tření. Proces tvorby přírazné proužky nemá vliv na jevy vratu krajního útku při pohybu paprsku zpět. Pro další úvahy je možno předpokládat, že jednou zatkaný útek zůstane na svém místě, a pouze jeho vazné body pruží svisle tak, jak se při přírazu nadměrně na čele tkaniny rozevívá osnova.

Pružení vazných bodů probíhá v hloubce tkaniny tak, že střednice vln osnovy se na čele tkaniny vyzdvihne, a odtud vyzdvížení směrem do hloubi tkaniny exponenciálně zaniká [5].

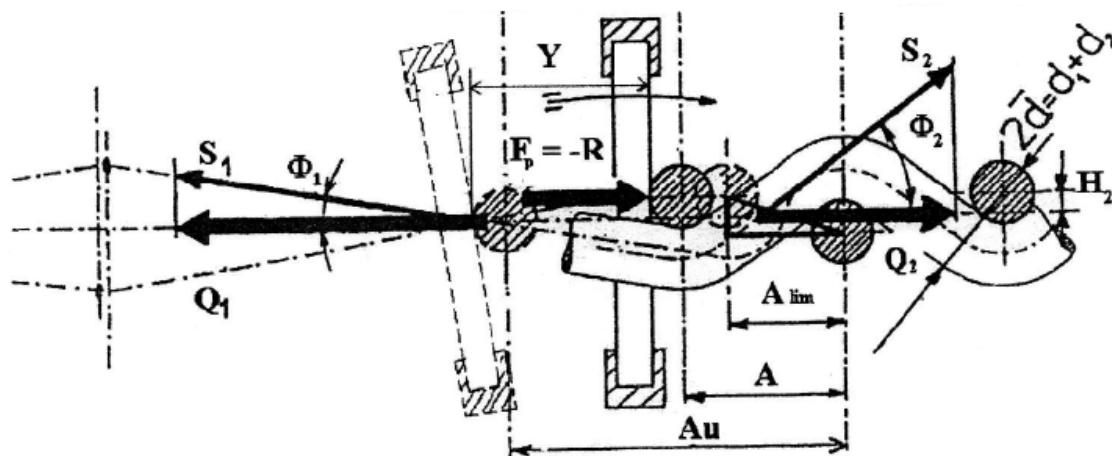
1.2.4 ČELO TKANINY

K. G. Aleksejev vysvětloval posuv čela tkaniny v přírazném procesu a vyvodil příčiny způsobující pohyb čela tkaniny. Jsou to 3 faktory:

- rozdíl pružnosti mezi osnovou a tkaninou,
- výsledné otevření prošlupu připraveného k dalšímu přírazu,
- deformace osnovy způsobená tlakem paprsku.

Tímto problémem se zabýval, a také ho vyřešil, S. Nosek. Zkoumal důsledek nepřesného vracení zboží při páření útku. Periodické posouvání vpřed a vzad může být důsledek nerovnoměrného chodu zbožíového regulátoru, neokrouhlostí či zdeformováním odtahových a drsných válců, házivostí svůrky anebo i samobuzeným kmitáním osnovního regulátoru. Jde tu vždy o vznik přídavných pohybů tkaniny a osnovy, které jsou rychlejší než regulační rychlost osnovního regulátoru. Nežádoucí

posuv čela tkaniny lze vyřešit spojením osnovního a zbožového regulátoru a jejich posouváním tak, aby čelo tkaniny před začátkem tkaní zaujalo vždy správnou polohu. Silový rozbor situace na čele tkaniny, viz obr. 8. Poslední útek je přirážen paprskem silou F_p , která je v rovnováze především se součtem tahových sil osnovních nití F_o . V okamžiku přírazu se tah tkaniny F_t může rovnat i nule. V době, kdy útek není přirážen, platí $F_o = F_t$. Těmito veličinami je stručně popsána vnější rovnováha čela tkaniny.



Obr. 8 Síly a geometrické poměry při přírazném procesu.

Paprsek vykonává ve styku s posledně zaneseným útkem zdvih Y , z něhož paprsek využije část na vtlačení útku do tkaniny o vzdálenost ζ (od vložené polohy útku do daného rozestupu $A = I/D_u$). Zbytek X je pružný zdvih čela tkaniny, jímž se napíná osnova proti tlaku paprsku. Zhuštění útku na rozteč A vytváří tkací odpor R , který je překonáván právě příraznou silou F_p (viz obr. 8). Celou situaci můžeme vyjádřit pomocí souboru přírazných rovnic [8]:

$$F_p(t) - R(t) = 0 \quad (9)$$

$$F_p(t) = (C_1 + C_2) \cdot X(t) \quad (10)$$

$$Y(t) = X(t) + \zeta(t) \quad (11)$$

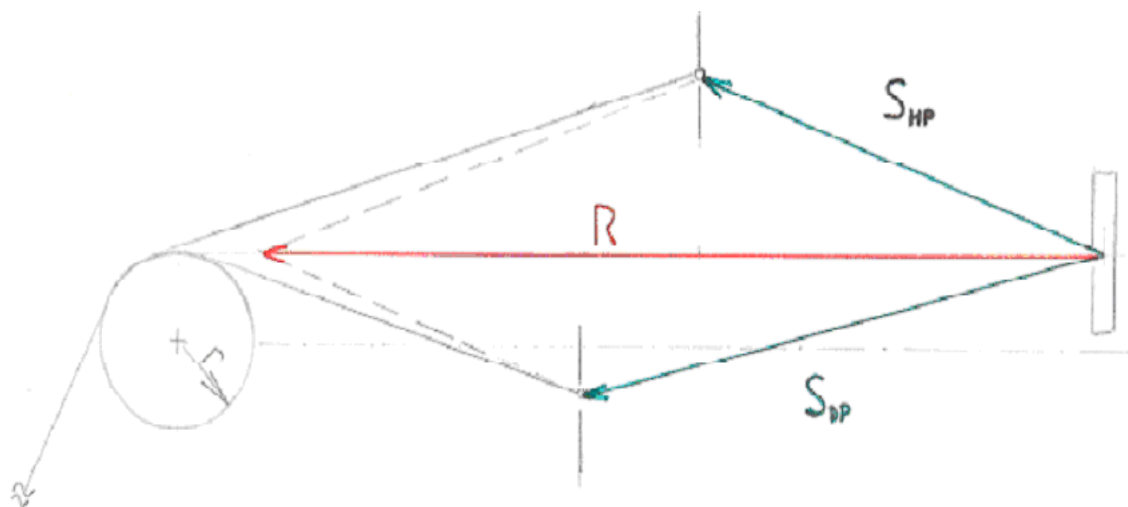
1.3 PŘÍRAZ ÚTKU

1.3.1 TKACÍ ODPOR

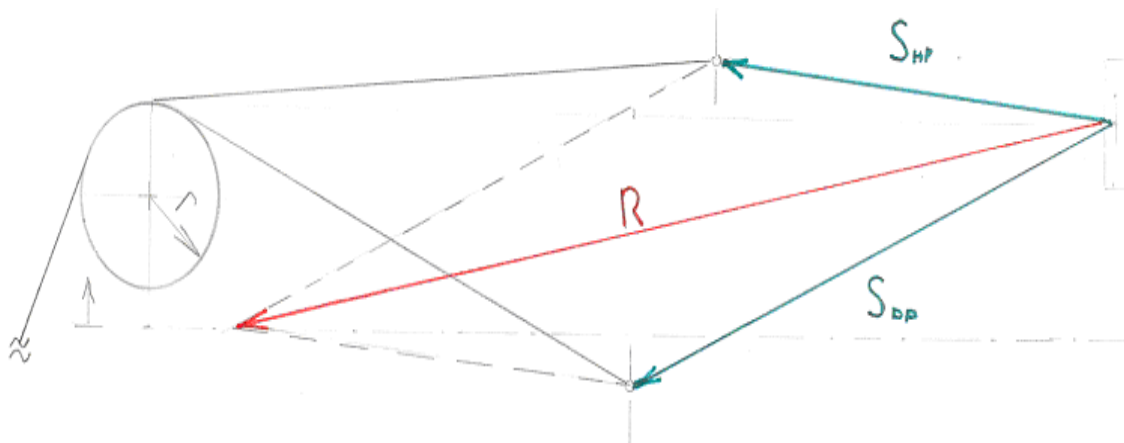
Formováním tkaniny se myslí hlavně vtlačování nového útku do tkaniny a jeho provázání s osnovou. Při vtlačování útku do tkaniny se musí překonávat odpor osnovních nití proti zvlnění a třecí odpory mezi nitěmi – tzv. tkací odpor R .

Tkací odpor se překonává příraznou silou F_p , která vzniká posunem čela tkaniny, působením vnějšího přírazného prvku – paprskem. Přičemž platí rovnováha dle vztahu (9).

V případě, že tahová síla v horní a spodní části prošlupu je v době trvání přírazu stejná, vychází její výslednice rovnoběžně s tkací rovinou, tzn. tkací odpor R je pak určen výslednicí sil obou větví prošlupu (viz obr. 9 a). Posunutím osnovní svůrky nad vodorovní rovinu, bude tahová síla v nitech, které se nacházejí v spodní větvi prošlupu, vyšší než tahová síla v nitech, které se nacházejí v horní větvi prošlupu. Součet těchto sil proto není rovnoběžný s tkací rovinou, ale svírá s ní určitý uhel α . Tkací odpor R je pak určen promítnutím součtu do vodorovní roviny. Tkací odpor je teda v tomto případě vyšší (viz obr. 9 b). Když nastavíme osnovní svůrku pod vodorovní rovinu, pak napětí v nitech horní větve je větší než v dolní. Součet těchto sil není rovnoběžný s vodorovní rovinou. Tkací odpor R určíme součtem a jeho promítnutím do této roviny, jak již bylo popsáno v předcházejícím případě [9].

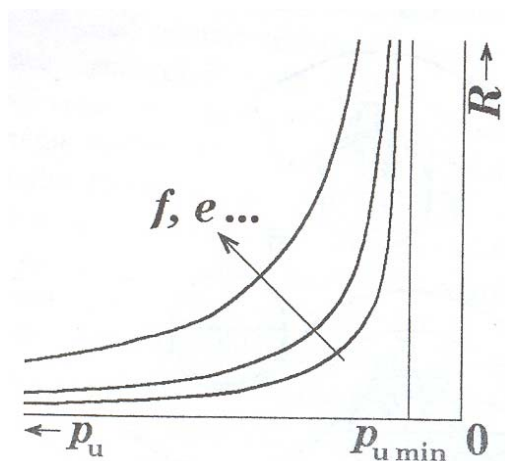


Obr. 9 a) Osnovní svůrka umístěna rovnoběžně s tkací rovinou.



Obr. 9 b) Osnovní svůrka posunutá nad vodorovnou rovinu.

Tkací odpor ovlivňuje především setkatelnost tkaniny, tzn. možnost vyrobit tkaninu určité maximální dostavy (hustoty), je dána vztahem mezi tkacím odporem a tahovou silou osnovních nití. Odpor se zvýší nejen s rostoucím napětím osnovních nití, také dostava má vliv na tento jev. Může vést ke zvětšování počtu přetrhů při tkaní. Tkací odpor roste s dostavou nelineárně (viz obr. 10)[7].



- R ...tkací odpor [N],
- p_u ...rozteč útkových nití [m],
- $p_{u \min}$...minimální rozteč útků [m],
- f ...součinitel tření [-],
- e ...zvlnění nití [-].

Obr. 10 Vliv rozteče útku na tkací odpor.

2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

2.1 POPIS POUŽÍVANÝCH ZAŘÍZENÍ

2.1.1 VYSOKORYCHLOSTNÍ KAMEROVÝ SYSTÉM OLYMPUS i-SPEED 2

Základní výkonové parametry kamery (Foto na obr. 11):

- typ snímače: CMOS – rychlejší než klasický CCD snímač,
- základní rozlišení: 800 x 600 aktivních bodů (kamera je barevná a je desetkrát hustší obraz proti starý kameře),
- provozní režimy: normální, intervalové snímání,
- počet snímků za sekundu: od 60 do 33 000 snímků/1s. (33 000 sn./1s. v případě redukovaného rozlišení),
- rozlišení: oba analogové vstupy jsou vzorkovány s rozlišením 8 bitů,
- výstup synchronizace: aktivace hranolu – začátek pořizování snímku je signalizován náběžnou hranou. Kmitočet odpovídá snímkovému kmitočtu. Střída, puls o šířce 1 mikrosekunda,
- vstup synchronizace: aktivace hranolu – začátek pořizování snímku je signalizován náběžnou hranou. Kmitočet odpovídá snímkovému kmitočtu,
- rychlost přehrávání: video lze přehrávat s plynule proměnnou rychlostí od jednotlivých snímků až po 3840 Hz.

V určitých podmínkách digitální kamera může zapsat vzájemné působení pohybujících objektů a může přehrát jejich pohyby s pomalejšími rychlostmi nebo zobrazovat jednotlivé okénka filmu jako fotografie. Tato funkce potřebuje další zařízení kromě rychlostní kamery. Jsou to: ovládač CDU, čidlo tahu, čidlo listu, MGC plus.



Obr. 11 Pohled na připevněnou kameru ke tkacímu stavu.



Obr. 12 Obrazový výstup na displeji CDU.

2.1.2 OVLADAČ DISPLEJE (CDU)

- jas: 350 cd/m²,
- typ: standardní konektor LVDS, 26pinový MDR.

Ovládač displeje (CDU - foto je na obr. 12) je volitelné příslušenství kamery i-speed OLYMPUS 2. Zobrazuje v reálném čase obraz z kamery a dovoluje maximálně univerzální využívání kamery pomocí řady tlačítek okolo obrazovky. Dolních 7 tlačítek jsou „softwarová tlačítka“, tj. jejich funkce závisí na tom, jaký text je nad nimi právě zobrazen na obrazovce. Čtyři tlačítka na pravé straně mají pevně přiřazeny funkce Text, Zpět, Nahoru a Dolů. Systém menu byl navržen tak aby toto uspořádání maximálně využíval.

2.1.3 SONDA TAHU OSNOVY

- typ: tenzometrický snímač tahových sil v osnovních nitech,
- měřicí rozsah: normální ... 200 N / -100 N,
maximální ... 300 N / -150 N,
- vlastní frekvence: 1 170 Hz.

2.1.4 SONDA PRO DRÁHU LISTŮ

- název sondy: HBM Ident. Nr. 0594,
- typ: WSF /200 mm.

2.1.5 MĚŘÍCI ÚSTŘEDNA MGC PLUS

Měřicí ústředna MGC plus od firmy HBM, Hottinger Baldwin Messtechnik umožňuje připojení výše uvedených čidel, zpracovávat naměřené hodnoty a jejich vyhodnocení.

Třída přesnosti je 0,03 pro modul ML10B a ML55BS6. Měřicí ústředna umožňuje změření jednotlivých hodnot v digitální formě i záznam naměřených hodnot.

Vzorkovací frekvence obou kanálů byla 4800 Hz. Měřicí ústředna MGC plus je složena ze základního rámu TG 003B, zásuvných modulů a obslužného panelu AB22A s displejem. Součástí řídicího panelu je komunikační procesor CP32B, který umožňuje propojení měřicí ústředny se standardním počítačem (např. notebook), ve kterém je nainstalován obslužný program HBM Setup Assistant 2.1 Release 4.

Obslužný program umožní pomocí PC nastavení parametrů jednotlivých zásuvných modulů, zobrazovat naměřená data a ukládat je ve formátu ASCII pro další zpracování běžným softwarem, např. Microsoft – EXCEL. Univerzální měřicí ústředna je v současné době vybavena 8-mi zásuvnými moduly s měřicími zesilovači s 20-ti bitovým rozlišením.

Byly použity zásuvné moduly těchto typů:

- ML10B stejnosměrný měřicí zesilovač pro tenzometrické snímače (snímač tahových sil v niti), třída přesnosti 0,03, napětový výstup $\pm 10V$ (při měření nepřekročil úroveň + 5V vzhledem k připojení k dané vysokorychlostní kameře), frekvenční rozsah 0~100kHz.
- ML55BS6 měřicí zesilovač pro tenzometry a indukčnostní snímače (indukčnostní snímač dráhy WA), třída přesnosti 0,03, napětový výstup $\pm 10V$ (při měření nepřekročil úroveň + 5V vzhledem k připojení k dané vysokorychlostní kameře), frekvenční rozsah 0~3kHz.

2.1.6 OBRAZOVÁ ANALÝZA

- typ: obrazová analýza NIS - Elements verze 2.20 s použitím makroskopu Kaiser (viz obr. 13),
- podporuje selektivní definici měření, což znamená, že uživatel může opravit obecné měření výběrem příznaku, které ho zajímají,
- počítá základní statistické charakteristiky – střední hodnotu, standardní odchylku a rozložení všech měřených příznaků,
- dále, umožňuje v reálném čase interaktivní pozorování dat, tzn., že uživatel definuje pole, ve kterém bude statistika počítaná.



Obr. 13 Makroskop Kaiser.

2.2 POPIS POKUSU

2.2.1 POUŽITÍ RYCHLOSTNÍ KAMERY PRO ZÁZNAM A ANALÝZU SKLUZU ÚTKŮ DO TKANINY

Ke sledování pohybu útku i vzájemného procesu mezi paprskem, útkem a formovací zónou při přírazu, který probíhá ve velmi krátkém čase, v řadě několik milisekund, byl používán vysokorychlostní kamerový systém i-speed OLYMPUS 2. Provedení digitálního záznamu sklouzávajícího útku v dostatečném zvětšení umožňuje proniknout do celého děje. Ze záznamu bylo možno prozkoumat fáze skluzu útků do tkaniny, jeho interakci s osnovními nitmi a paprskem a též jeho následné posuvy ve formovací zóně po odeznění přírazu.

Při snímání záznamu byl použit základní objektiv o ohniskový vzdálenosti (PENTAX) 12,5 mm a clona byla v poměru 1:1,4. Mezi tělem kamery a objektivem jsou mezikroužky (které několikanásobně zvyšují lineární zvětšení obrazu). Zároveň bylo použito světlo tzv. studené světlo, OLYMPUS ILP-1 s možností regulace intenzity osvětlení. Současně se snímáním obrazu probíhal synchronní záznam analogového signálu polohy listů a tahu osnovy.

Každý z těchto signálů byl zpracován zařízením (kamerovým obvodem) s 8 bitovým rozlišením. Délka záznamu závisí na velikosti kapacity vnitřní paměti kamery (standardně je kapacita kamery 2 GB, u měření bylo zvětšeno na 4 GB) a na nastaveném rozlišení (hustotě obrazu). Délka záznamu byla při kapacitě paměti a nastaveném rozlišení 5 sekund.

Obrazová data byla vyhodnocována v programu pro analýzu pohybu, v programu i-speed OLYMPUS 2 Advanced. Naměřené data v okamžiku zástupu listů, jsou v tabulce 1 *a, b* a graficky znázorněny na obr. 17 až 20. V tabulce 2 *a, b* jsou vzdálenosti mezi jednotlivými útky a graficky znázorněny na obr. 21 až 24. Výsledné grafy celého průběhu tkaní, pro jednotlivé dostavy a tahy osnovních nití (při jedné dostavě a jednom tahu, bylo možné proměřit čtyři tkací cykly u plátna a u kepru podle toho, kolik tkacích cyklů vešlo do nasnímaného úseku v čase 5 sekund), viz příloha I.

2.2.2 TENZOMETRICKÝ SNÍMAČ TAHOVÝCH SIL V OSNOVNÍCH NITECH

Pro měření tahové síly byl použit tenzometrický snímač tahových sil v osnově 300 N – 2x50 mm, rezonanční frekvence 1,17 kHz, VÚTS Liberec. Umožňuje provést měření v délkových textiliích během technologických operací nebo experimentech s textilními materiály. Tato sonda byla napájena střídavým napětím o velikosti 5V.

Princip sondy spočívá v použití 4 tenzometrů (polovodičový tenzometr A4PO35AB1000, 4mm x 0,255, 1000 Ω). Snímač byl umístěn mezi osnovní svůrku a osnovní lamely (viz obr. 14 a, b).

Sonda je tvořena ze 6-ti nosníku (o délce 5 cm), 3 z každé strany od středového tělesa. Dostava byla nastavená na 225 nití / 10 cm, a dle toho bylo umístěno na pravou stranu sondy 113 nití a na levou stranu 112 nití. Osnovní nitě procházející sondou působí na prostřední nosník silou F . Je třeba dbát na rovnoměrné rozložení nití po celé délce nosníku. Ukázka výsledného tahu osnovy 1,9 kN a dostavy 15 nití / 1cm, je znázorněn na obrázku 15.

Důležité je, cejchování sondy. Je to manipulace převáděná před měřením. Stejnoseměrné napětí naměřené měřicí ústřednou je přímo úměrné tahu osnovních nití. Cejchování sondy se provádí proto, abychom každé naměřené úrovni mohli přiřadit daný tah v osnovních nitech. Probíhalo tak, že sonda byla vložena ve dvou prouzcích tkaniny, které byly zatížen závažím o hmotnosti 16,1 kg, tj. silou 158 N.

Sondou byl pohybováno rovnoměrnou rychlostí, jakou bylo pohybováno při tkaní.



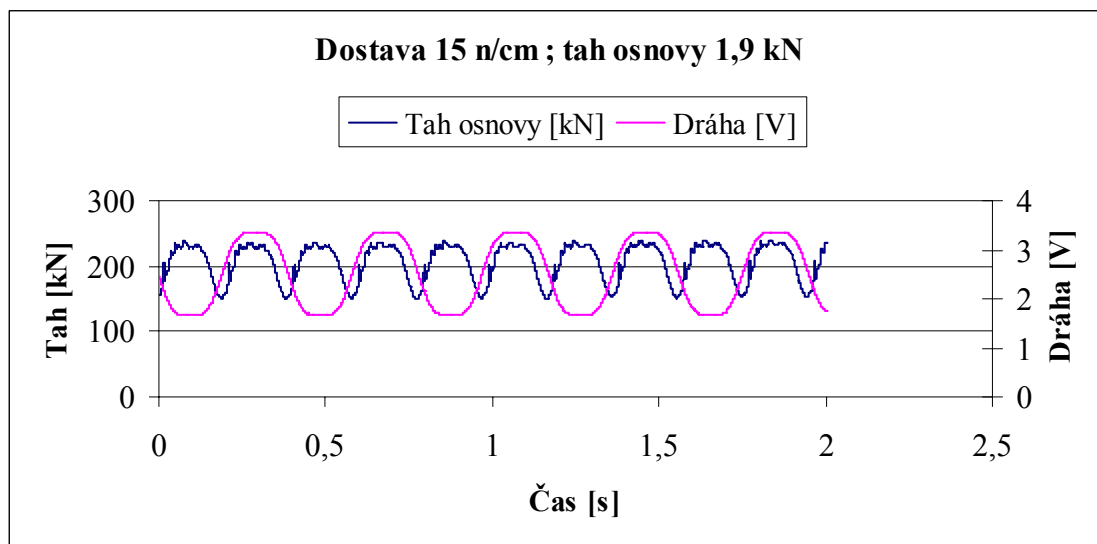
Obr. 14 a) Umístění sondy.



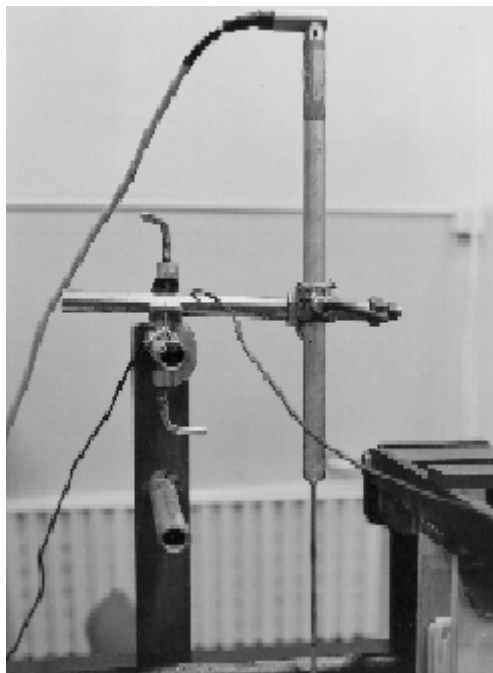
Obr. 14 b) Umístění sondy.

2.2.3 SONDA PRO MĚŘENÍ POLOHY LISTŮ

V čase měření byly na tkacím stroji zavěšené 4 listy a byl naprogramován na výrobu tkaniny ve vazbě – plátno, útkový kepr. Na čtvrtém listu byla upevněná sonda (viz obr. 16), která sledovala polohu listů. Změna polohy jádra způsobí změnu indukčnosti a rozvážení střídavého můstku napájeného 5-ti V. Usměrněné výstupní napětí je přímo úměrné změně polohy. Zástup listů byl nastaven na hodnotu 2,542 V.



Obr. 15 Výsledný graf pro daný tah a danou dostavu.



Obr. 16 Sonda pro měření polohy listů.

2.2.4 MĚŘENÍ POMOCÍ OBRAZOVÉ ANALÝZY

Systém NIS-Elements je pokročilou a komplexní technikou obrazové analýzy. Začíná kalibrací systému, pokračuje kvantitativním vyhodnocením obrazu a končí vyhodnocením a prezentací dat.

Kalibrace má klíčový význam pro měření. Přiřazuje objektům jejich reálný rozměr. Byla nastavená konstanta okulárového měřítka, tj. vzdálenost mezi značkami, $1\text{mm} = 1000\mu\text{m}$.

Zařízení umožnilo provádět přímé měření vzdáleností mezi útky, s okamžitým výstupem naměřených údajů ve zvolených jednotkách na obrazovku a také si tkaninu vyfotit (obrázky jednotlivých tkanin jsou uvedeny v příloze II). Skutečná vzdálenost je přepočítaná s použitím kalibrační konstanty.

Kliknutím na začátek prvního útku a následně na začátek druhého útku, byly do snímaného obrazu umístěné čáry a zakreslená příslušná kóta. Po skončení byl do tabulky dialogového okna přidán nový záznam s údajem o hodnotě a typu měření.

Výsledná data (viz tab. 3 a, b), byla statisticky zpracována a použita na vytvoření grafů (viz obrázky 25 až 28) v programu Microsoft Excel.

2.3 MĚŘENÍ

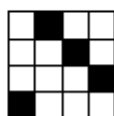
2.3.1 VELIKOST ROZESTUPU ÚTKŮ V ZÁVISLOSTI NA ZMĚNĚ TAHOVÉ SÍLY

V čase experimentu bylo utkáno 12 tkanin u kterých byla měněná dostava a tah osnovných nití. Dostava útků byla přednastavená na hodnoty: 15 nití/cm a 22,4 nití/cm. Tahová síla v osnovních nitech se pohybovala v rozpětí od 1 kN do 2,2 kN. Byly použity dvě vazby a to: plátňová a keprová. Většina vzorků byla utkaná plátňovou vazbou a dvě tkaniny, pro přibližné porovnání výsledků, byly utkány ve vazbě keprové. Jednalo se o vazby:

- plátňo základní: $P \frac{1}{1}$



- kepr útkový: $K \frac{1}{3} (S)$



Na výše uvedené tkanině, byl proveden rozbor jednotlivých obrázků, nasnímaných pomocí kamery v procesu tkaní a následně zpracovaných v programu pro analýzu pohybu i-speed OLYMPUS 2 Advanced.

Byly proměřovány vzdálenosti jednotlivých útků mezi sebou a data byla vyhodnocována a zpracována do jednotlivých grafů. V okamžiku zástupu listů byla vzdálenost mezi útky největší. Proto této hodnoty byly zaznamenávány u všech jednotlivých tahů a následně byl vytvořen výsledný graf (viz obr. 17 až 20).

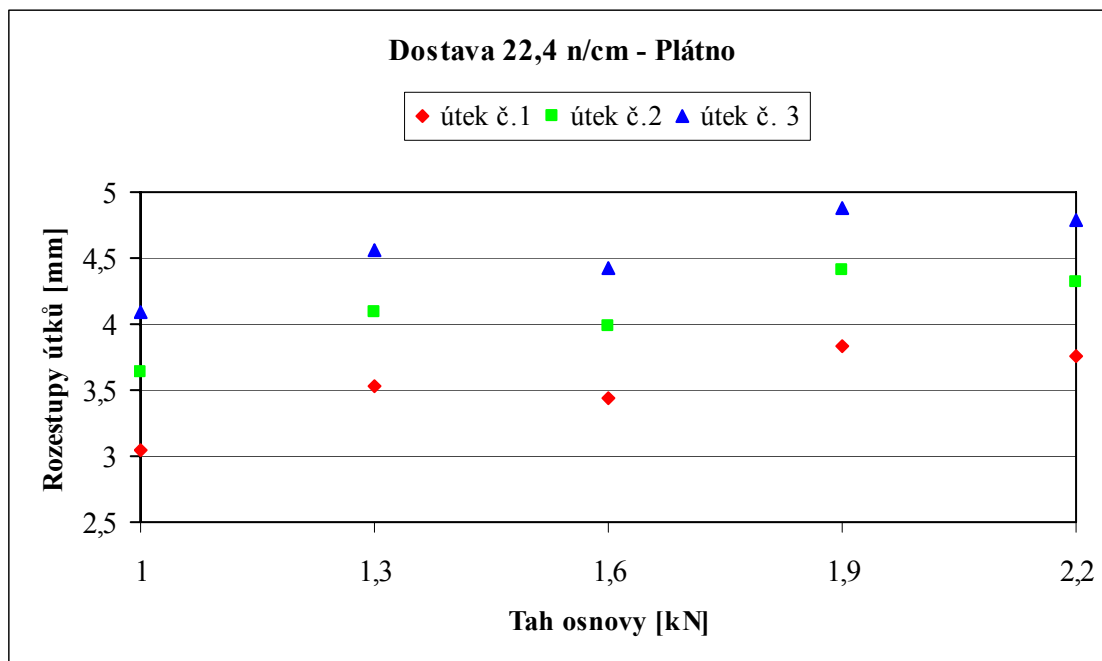
Vzdálenost je udávána v milimetrech, od počátku souřadnicového systému, který byl umístěn v levém, horním rohu obrazovky. Proměřován byl útek právě přiřázen (označen červenou barvou) a dva útky z předcházejících cyklů (zelenou barvou byl označen útek z předcházejícího cyklu a modrou barvou byl označen útek zatkán dva předcházející tkací cykly). Výsledné hodnoty jsou znázorněny v tabulce 1 a, b. Přičemž hodnotou Y_x byl označen úsek, který byl proměřován od zvoleného okamžiku (přibližně v okamžiku změny proslupu), do místa těsně před přirazem nově zaneseného útku.

Z těchto hodnot byla vypočtena průměrná hodnota \bar{Y} dle vztahu (12) a tyto hodnoty byly vneseny do grafu (viz obr. 17 až 20).

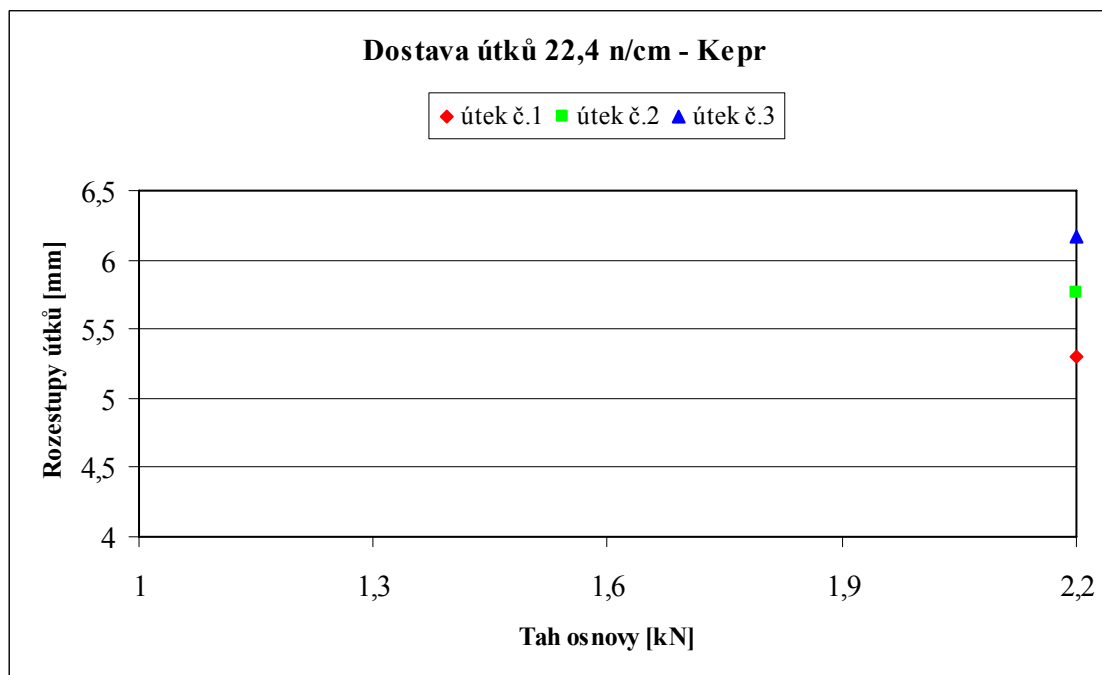
- ♦ ... útek č. 1
- ... útek č. 2
- ▲ ... útek č. 3

Tab. 1a) Rozestupy útků v okamžiku zástupu listů pro dostavu 22,4 n /cm.

			Rozestupy útků v okamžiku zástupu listů [mm]				
Měření	Dostava [n/cm]	Tah osnovy	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	\bar{Y}
1	22,4	1 kN	3,032	2,986	3,124	3,062	3,051
			3,538	3,629	3,675	3,675	3,629
			3,951	4,074	4,181	4,181	4,097
4	22,4	1,3 kN	3,409	3,501	3,516	3,668	3,524
			4,003	4,064	4,11	4,201	4,095
			4,429	4,551	4,566	4,673	4,555
5	22,4	1,6 kN	3,394	3,394	3,501	3,47	3,44
			3,881	3,927	4,033	4,079	3,98
			4,414	4,353	4,414	4,505	4,422
8	22,4	1,9 kN	3,815	3,784	3,906	3,815	3,83
			4,407	4,407	4,422	4,407	4,411
			4,848	4,878	4,924	4,863	4,878
9	22,4	2,2 kN	3,744	3,775	3,76	3,775	3,764
			4,353	4,307	4,292	4,323	4,319
			4,764	4,84	4,764	4,774	4,786
12	22,4 Kepr	2,2 kN	5,35	5,258			5,304
			5,76	5,775			5,768
			6,201	6,125			6,163



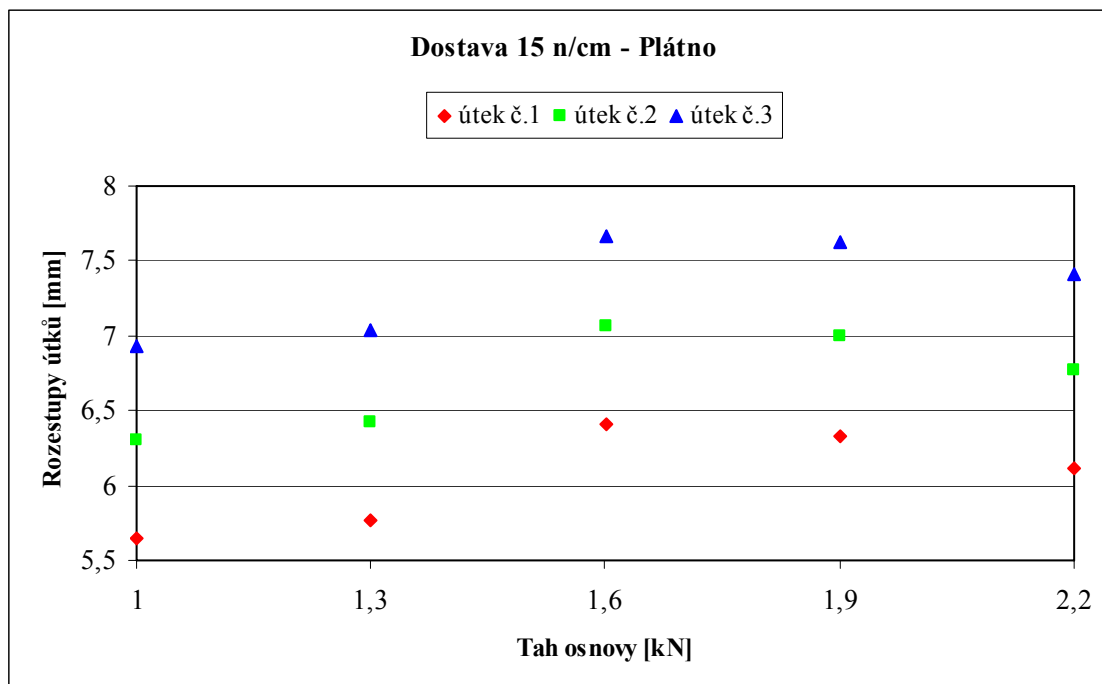
Obr. 17 Velikost rozestupu útků u přednastavené dostavy 22,4 n/cm.



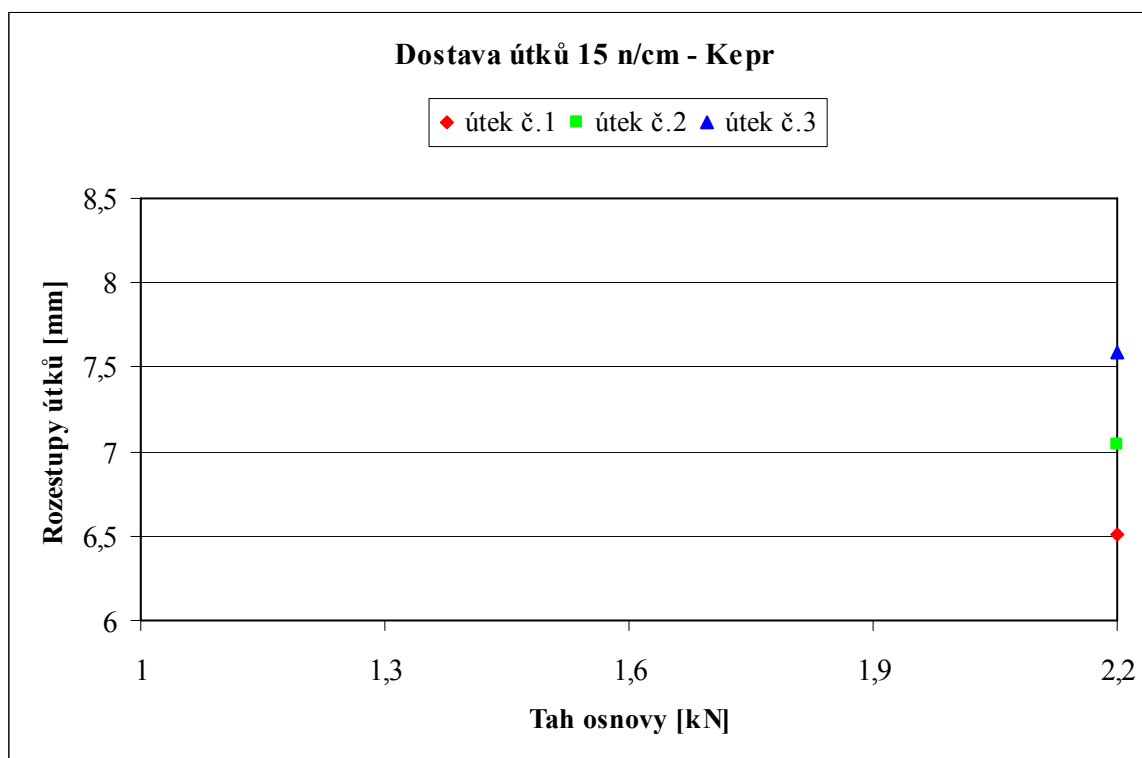
Obr. 18 Velikost rozestupu útků u přednastavené dostavy 22,4 n/cm.

Tab. 1b) Rozestupy útků v okamžiku zástupu listů pro dostavu 15 n /cm.

			Rozestupy útků v okamžiku zástupu listů [mm]				
Měření	Dostava [n/cm]	Tah osnovy	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	\bar{Y}
2	15	1 kN	5,608	5,669	5,593	5,729	5,65
			6,307	6,277	6,292	6,353	6,307
			6,96	6,945	6,869	6,945	6,93
3	15	1,3 kN	5,684	5,699	5,836	5,866	5,771
			6,337	6,383	6,489	6,474	6,421
			6,976	6,991	7,097	7,112	7,044
6	15	1,6 kN	6,448	6,357	6,448	6,357	6,403
			7,058	7,088	7,058	7,043	7,062
			7,591	7,652	7,759	7,668	7,668
7	15	1,9 kN	6,388	6,313	6,358	6,267	6,332
			6,98	7,011	7,026	6,98	6,999
			7,618	7,587	7,693	7,602	7,625
10	15	2,2 kN	6,128	6,082	6,174	6,082	6,117
			6,768	6,768	6,814	6,753	6,776
			7,439	7,378	7,439	7,378	7,409
11	15 Kepr	2,2 kN	6,206	6,722	6,586		6,505
			6,829	7,147	7,147		7,041
			7,375	7,754	7,633		7,587



Obr. 19 Velikost rozestupu útků u přednastavené dostavy 15 n/cm.

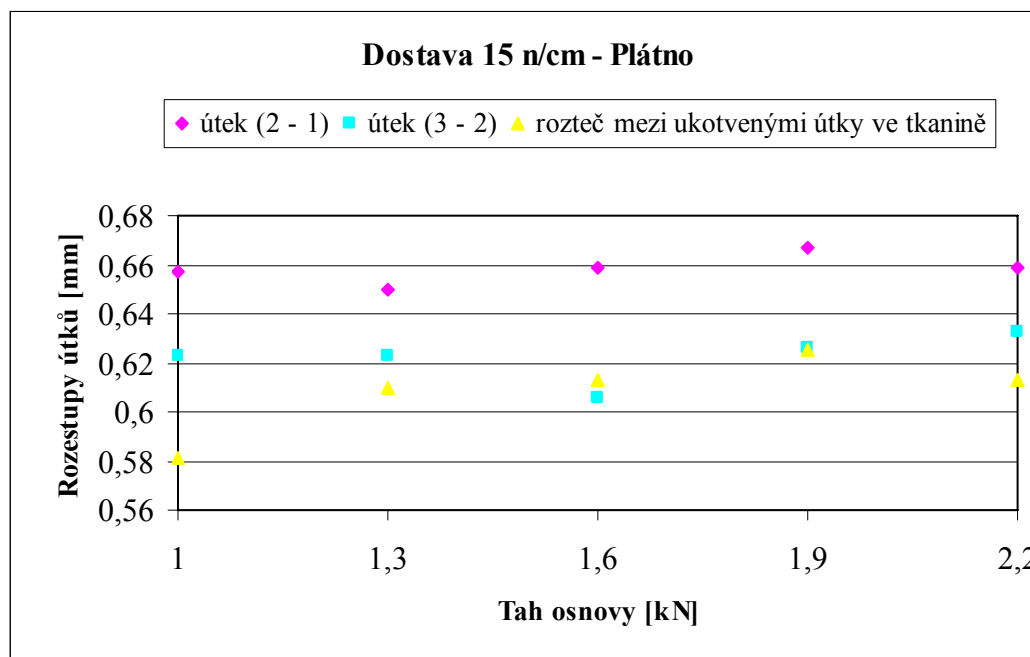


Obr. 20 Velikost rozestupu útků u přednastavené dostavy 15 n/cm.

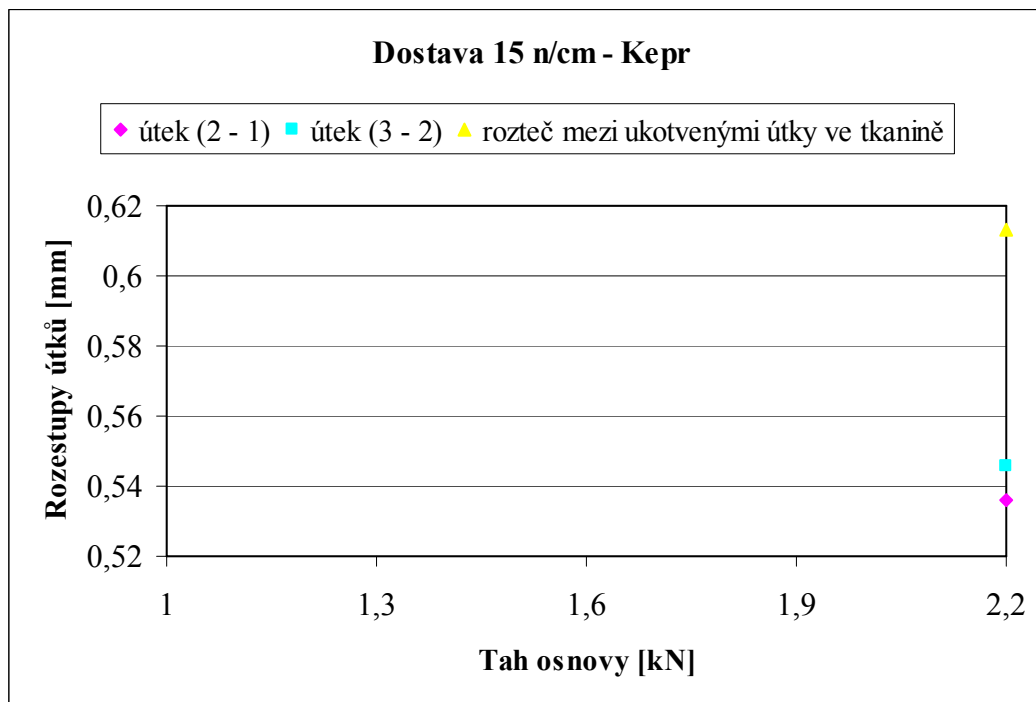
Následně byly z průměrných hodnot vypočteny vzdálenosti mezi prvním a druhým útkem a mezi druhým a třetím útkem (viz obr. 21 až 24). Do grafu byla zanesená také vzdálenost, mezi ukotvenými útky ve tkanině, která byla vypočtená dle vztahu (1). Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 2 a, b.

Tab. 2 a) Vzdálenosti mezi útky při dostavě 15 n/cm.

Měření	Dostava [n/cm]	Tah osnovy	Vzdálenost mezi prvním a druhým útkem [mm]	Vzdálenost mezi druhým a třetím útkem [mm]	Vzdálenost mezi ukotvenými útky ve tkanině [mm]
2	15	1 kN	0,657	0,623	0,581
3	15	1,3 kN	0,65	0,623	0,61
6	15	1,6 kN	0,659	0,606	0,613
7	15	1,9 kN	0,667	0,626	0,625
10	15	2,2 kN	0,659	0,633	0,613
11	15 - Kepr	2,2 kN	0,536	0,546	0,613



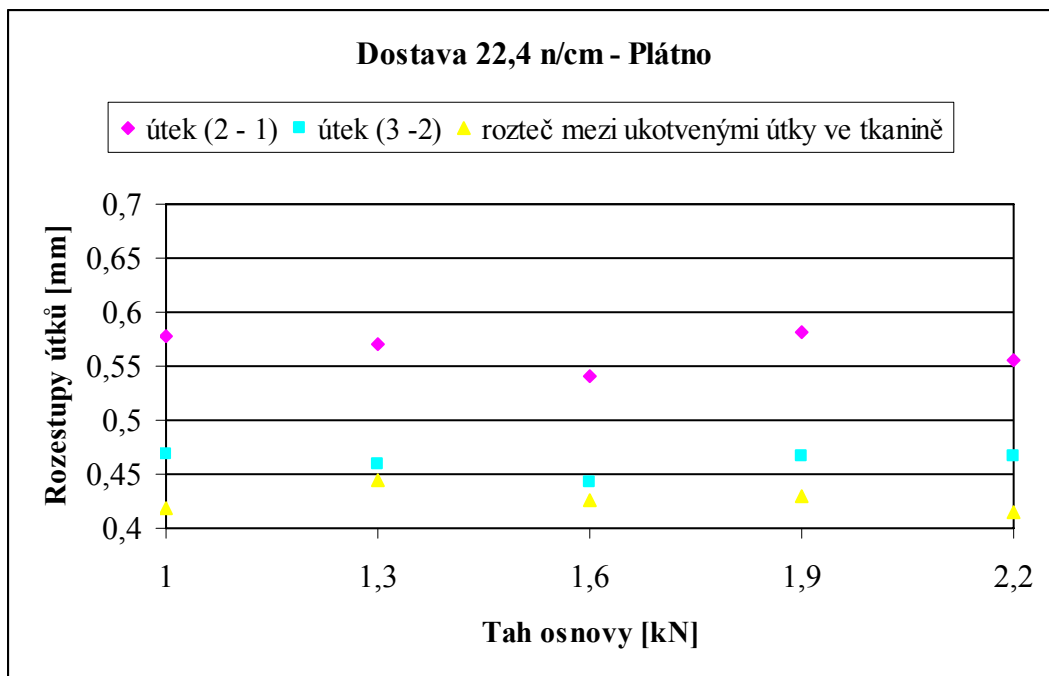
Obr. 21 Vzdálenosti mezi útky.



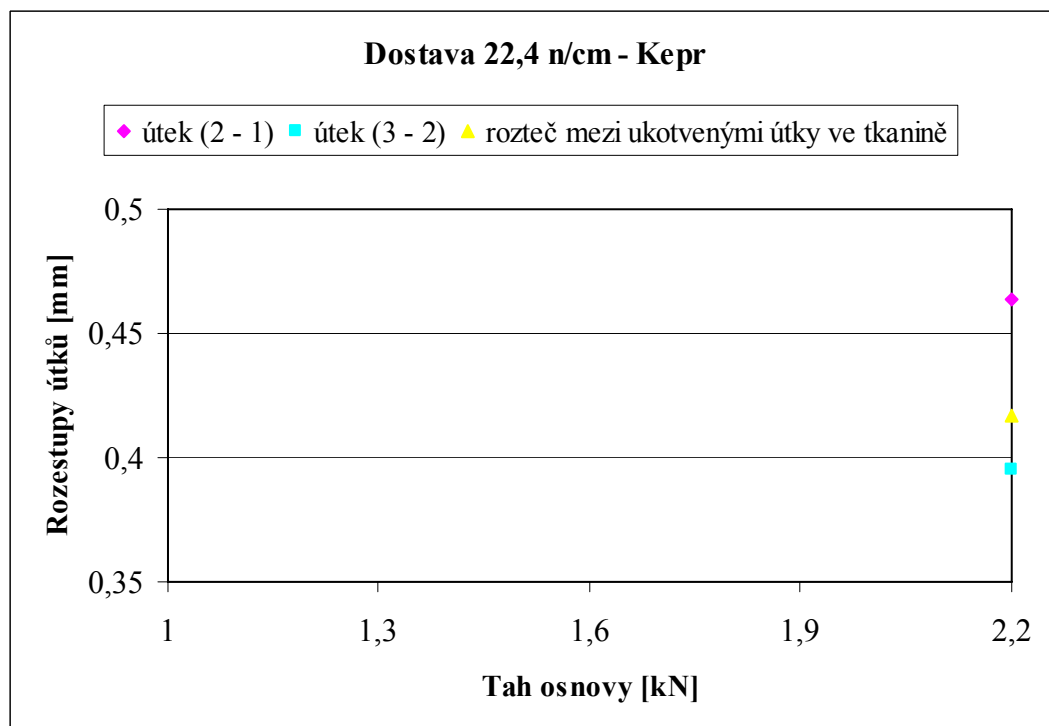
Obr. 22 Vzdálenosti mezi útky.

Tab. 2 b) Vzdálenosti mezi útky při dostavě 22,4 n/cm.

Měření	Dostava [n/cm]	Tah osnovy	Vzdálenost mezi prvním a druhým útkem [mm]	Vzdálenost mezi druhým a třetím útkem [mm]	Vzdálenost mezi ukotvenými útky ve tkanině [mm]
1	22,4	1 kN	0,578	0,468	0,418
4	22,4	1,3 kN	0,571	0,46	0,444
5	22,4	1,6 kN	0,54	0,442	0,426
8	22,4	1,9 kN	0,581	0,467	0,429
9	22,4	2,2 kN	0,555	0,467	0,415
12	22,4 - Kepr	2,2 kN	0,464	0,395	0,417



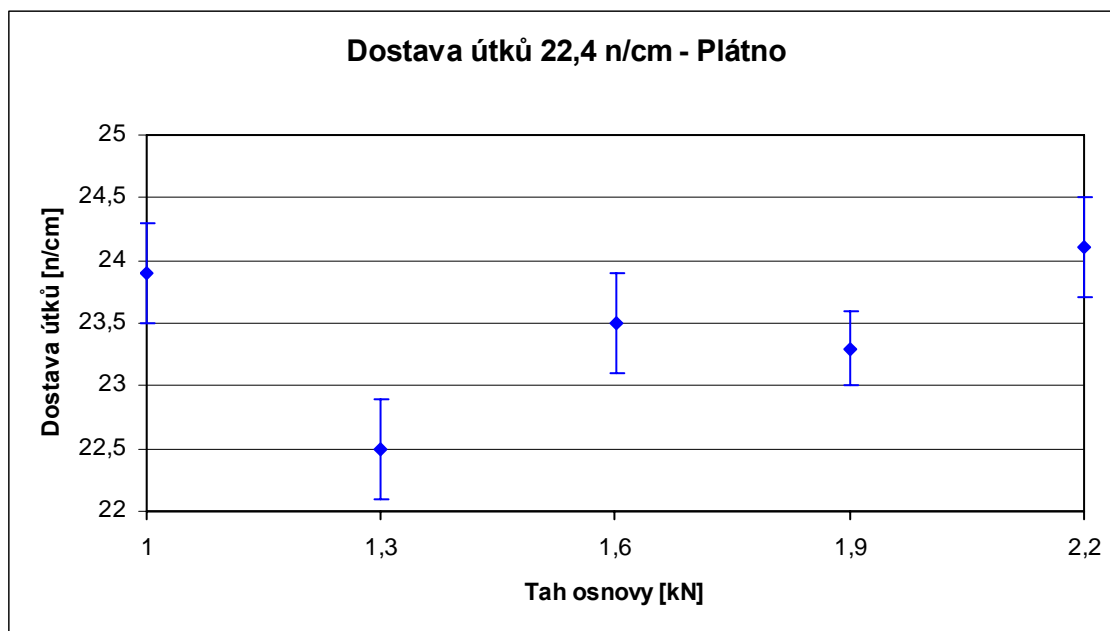
Obr. 23 Vzdálenosti mezi útky.



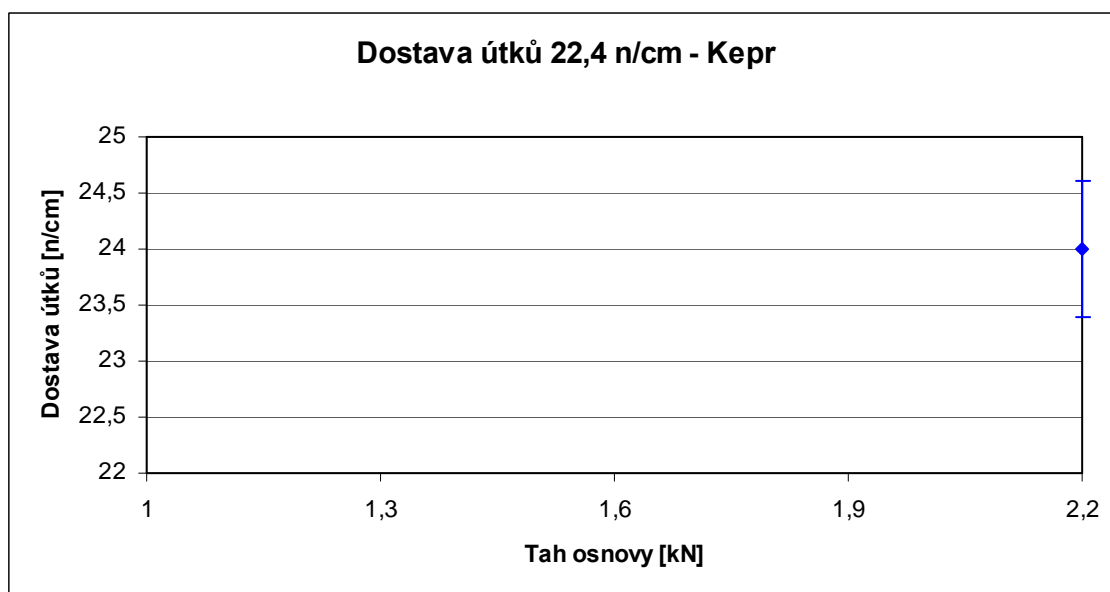
Obr. 24 Vzdálenosti mezi útky.

2.3.2 ZÁVISLOST DOSTAVY ÚTKU NA TAHU OSNOVY

Pomocí makroskopu byla nasnímaná tkanina a následně vyhodnocené vzdálenosti mezi útky pomocí systému NIS-Elements. Výsledná data jsou statisticky zpracována v tabulkách 3 a, b a znázorněná v grafech 25 až 28.



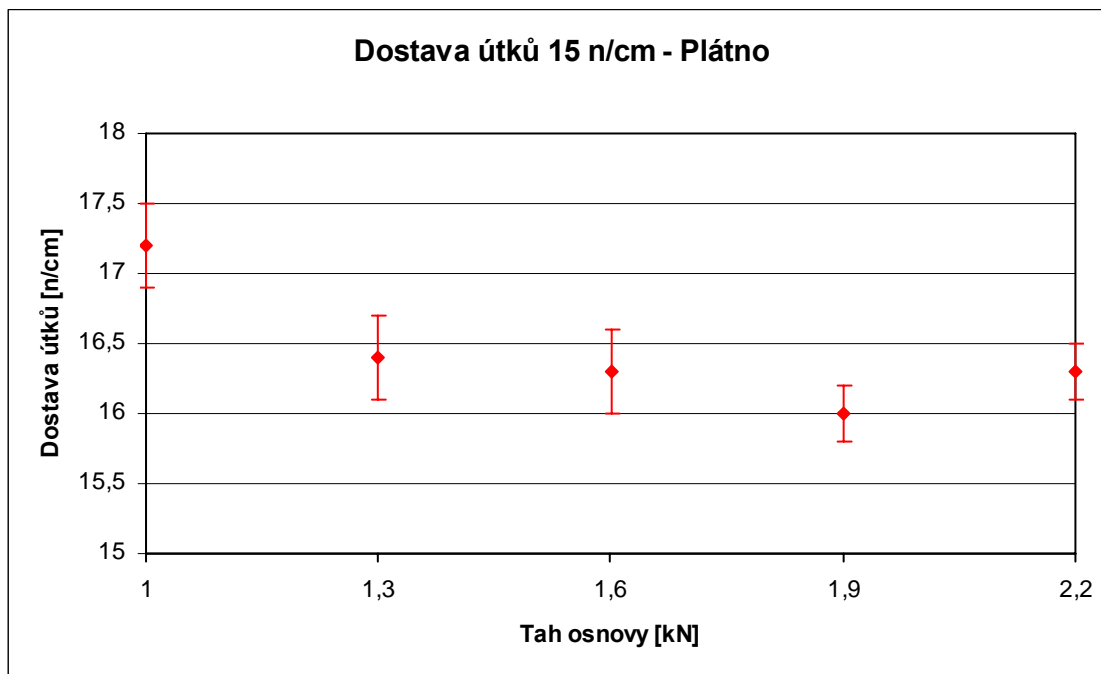
Obr. 25 Závislost dostavy útků na tahu osnovy.



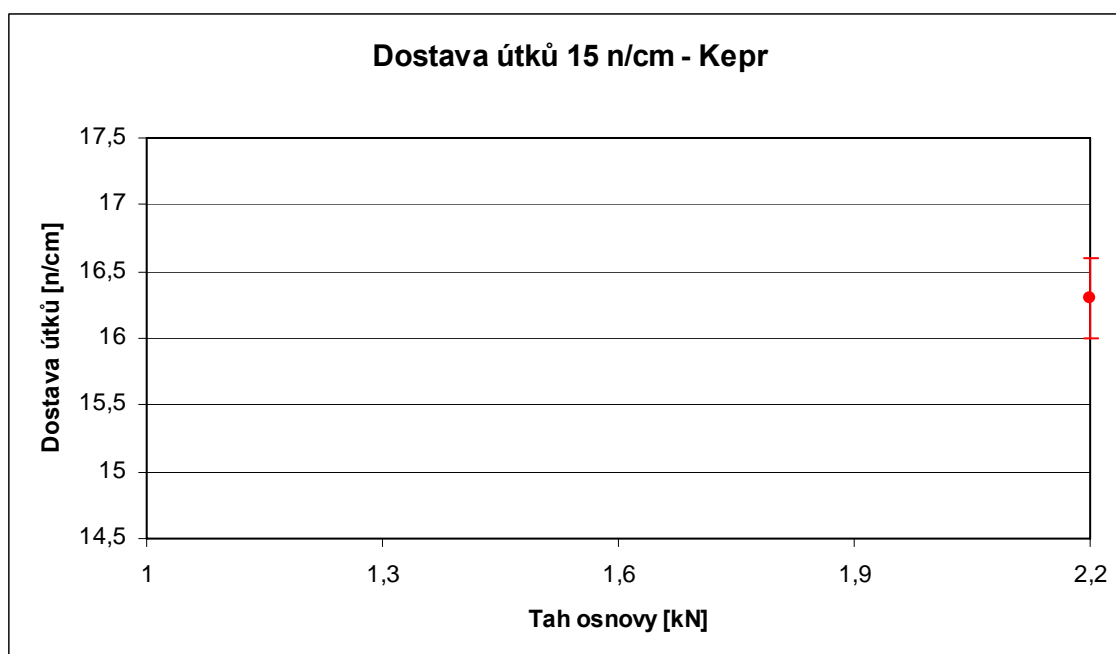
Obr. 26 Závislost dostavy útků na tahu osnovy.

Tab. 3a) Přednastavená dostava útků 22,4 n/cm.

Měření:	1	4	5	8	9	12(Kepr)
Počet platných dat :	85	117	136	127	132	126
Nastavená D_u [n/cm]:	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4
Průměrná naměřená D_u [n/cm]:	23,9	22,5	23,5	23,3	24,1	24
Minimální hodnota [n/cm]:	23,5	22,1	23,1	23	23,7	23,3
Maximální hodnota [n/cm]:	24,3	22,9	23,8	23,7	24,4	24,6
Rozptyl [n/cm]:	3,7	4,7	4,8	3,9	4,3	13,1
Sm. odch. [n/cm]:	1,9	2,2	2,2	2	2,1	3,6
IS [n/cm]:	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,6
Variační koef. [%]:	8,1	9,6	9,3	8,5	8,6	15,1
Chyba průměru [n/cm]:	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7
Výsledná naměřená D_u [n/cm]:	$23,9 \pm 0,5$	$22,5 \pm 0,4$	$23,5 \pm 0,4$	$23,3 \pm 0,4$	$24,1 \pm 0,4$	$24 \pm 0,7$



Obr. 27 Závislost dostavy útků na tahu osnovy.



Obr. 28 Závislost dostavy útků na tahu osnovy.

Tab. 3b) Přednastavená dostava útků 22,4 n/cm.

Měření:	2	3	6	7	10	11(Kepr)
Počet platných dat :	85	105	107	98	107	102
Nastavená D_u [n/cm]:	15	15	15	15	15	15
Průměrná naměřená D_u [n/cm]:	17,2	16,4	16,3	16	16,3	16,3
Minimální hodnota [n/cm]:	16,8	16,2	16	15,8	16,1	16
Maximální hodnota [n/cm]:	17,5	16,7	16,6	16,2	16,6	17
Rozptyl [n/cm]:	2,6	1,8	2,3	1,2	1,5	3,2
Sm. odch. [n/cm]:	1,6	1,3	1,5	1,1	1,2	1,8
IS [n/cm]:	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3
Variační koef. [%]:	9,4	8,1	9,2	6,9	7,5	11
Chyba průměru [n/cm]:	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
Výsledná naměřená D_u [n/cm]:	$17,2 \pm 0,4$	$16,4 \pm 0,3$	$16,3 \pm 0,3$	$16 \pm 0,3$	$16,3 \pm 0,3$	$16,3 \pm 0,4$

2.3.3 POSTUPY A VÝPOČTY PRO ZPRACOVÁNÍ DAT

V kapitole 2.3.1 v tabulce 2 *a*, *b*, byly rozteče mezi ukotvenými útky ve tkanině vypočteny dle vztahu (1), kde D_u jsou hodnoty z tabulky 3 *a*, *b*.

U naměřených dat v kapitole 2.3.2 byla provedena statistická analýza. U všech výpočtů byla použita hladina významnosti $\alpha = 0,05$.

U všech měřených veličin byla určena průměrná hodnota \bar{Y} a směrodatná odchylka s , dle následujících vztahů:

Průměrná hodnota:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n y_i \quad (12)$$

kde n je počet měření, y_i je i -tá naměřená hodnota.

Směrodatná odchylka:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2} \quad (13)$$

Rozptyl:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2 \quad (14)$$

Při měření vzdálenosti mezi útkami 2.3.2 byl u všech měření proveden test homogenity. Pomocí Krabicového grafu byla ručně vyřazena všechna vybočující měření.

Při měření byl u všech vzorků určen interval spolehlivosti IS. IS byl vypočítán pomocí f-*ce* v programu Microsoft Excel.

Při měření průměrné dostavy v experimentu byla určena chyba měření Δ , a to pro počet měření $n > 40$ dle vztahu:

$$\Delta = 1,96 * \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (15)$$

kde s je směrodatná odchylka a n je počet měření. Podle chyby byly pak zaokrouhleny výsledky (tabulka 3 *a*, *b*).

3. ZÁVĚR

3.1 MĚŘENÍ ROZESTUPŮ ÚTKŮ I-SPEED OLYMPUS 2 ADVANCED

U vyhodnocování grafů v kapitole 2.3.1 bylo zjištěno, že u vyšší dostavy útku (22,4 n/cm), vraty nejsou tak intenzivní. Se změnou tahu, vzdálenosti výrazně nekolísají. S měnící se tahovou silou v osnově, se vzdálenost vratu útku nemění. Rozdíly jsou minimální.

U nižší dostavy útku (15 n/cm), rozestupy kolísají na různých hodnotách. Hodnoty tahu osnovy byly od 1kN do 2,2 kN. Přičemž největší vrat útku je viditelný u tahu 1,6 kN a také u tahu 1,9 kN.

Rozestupy útků u hustší tkaniny jsou stabilnější než u tkaniny řidší, přičemž největší naměřené rozdíly vykazuje rozdíl mezi 3 a 2 útkem u D_u 15 n/cm a tahu 1,6 kN.

3.2 MĚŘENÍ DOSTAVY NA ZAŘÍZENÍ NIS-ELEMENTS

Z grafů v kapitole 2.3.2 bylo zjištěno, že v souvislosti se změnou tahové síly kolísá i počet útků na 1cm. Nejpřesněji byla naměřená dostava 22,4 n/cm u tahu 1,3 kN a 1,9 kN. U přednastavené dostavy 15 n/cm se tato hodnota udržela přibližně u tahu 1,3 a 1,9kN.

Pro dostavu 22,4 n/cm, byla nejpřesnější dostava u tahu 1,3 kN a u dostavy 15 n/cm, byla téměř dosažena při tahu 1,9 kN. Nebylo prakticky dosaženo shody u nastavené dostavy 15 n/cm na tkalcovském stavu s proměřenými dostavami pod makroskopem u žádného tahu.

3.3 VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH VÝSLEDKŮ

Z naměřených výsledků vyplývá, že hodnoty u hustší tkaniny jsou stabilnější než u řidší, což může být způsobeno tím, že u hustší tkaniny je útek lépe zafixován (provázán). Řidší tkaninou se myslí dostava 15 nití/cm a hustší 22,4 nití/cm.

U řidší dostavy, dochází k posuvu útku, pravděpodobně v důsledku delší vazné vlny, jelikož je tam větší možnost výkyvu.

Experimentem bylo zjištěno, že změny v dostavách, pro oba případy (15 n/cm i 22,4 n/cm), závisely na nastaveném napětí osnovy. Se změnou tahu osnovy nebylo očekávané tak výrazné kolísání dostáv, neboť parametry osnovního regulátoru byly přesně nastaveny podle doporučení výrobce stroje pro danou vazbu. Navíc mezi jednotlivými měřeními (změnami tahu a dostavy) byl vždy odetkán kousek tkaniny, aby se i regulace osnovy přizpůsobila změně tahu a dostavy. Měření se neprovádělo hned po změně, podmínky se roztakaly. I přesto došlo k neočekávané a poměrně významné odchylce v dostavě.

Rozdíly v dostavách, tzn. mezi naměřenou dostavou a dostavou nastavenou na tkacím stroji, přiřazujeme nedokonalé funkci osnovního regulátoru.

Nastavena dostava 22,4 n/cm se přiblížila naměřené nejvíc při tahu 1,3 kN a 1,6 kN. Je to taky okamžik, kdy nedochází k pohybu útku v přírazné proužce, na rozdíl od ostatních tahů. Při nastavené dostavě 15 n/cm se nejvíc přiblížila naměřená hodnota dostavy u tahu 1,9 kN.

K formování tkaniny nepřispívá jen okamžik přírazu (který je v řadě [ms]), ale je také ovlivněno dalším cyklem, kde se příraz neúčastní na výrobě tkaniny, např. otevírání prošlupu. Jelikož diplomová práce nebyla zaměřená na ověřování správnosti funkce regulátoru, nelze ji ověřit. Proto byly odchylky v dostavách, připisované funkci napětí v osnovních nitech.

Při pohledu na graf na obr. 21 až 24, kde jsou znázorněny rozestupy útků pro příslušné dostavy 15 n/cm a 22,4 n/cm, je viditelné, že pro tahy kde došlo k největší

shodě naměřené a nastavené dostavy, prakticky nedochází k pohybu útků, zatkaných v přírazné proužce.

Naměřené výsledky diplomové práce vedou k zjištění, že vraty útků ve formovací zóně mohou určitým způsobem ovlivnit zejména dostavu tkaniny a tím i její výsledné parametry. Intenzita vracení útků je s největší pravděpodobností funkcí napětí osnovy – eventuelně celkové geometrie prošlupu. V experimentu byl prošlup nastaven symetricky.

Výsledky diplomové práce nelze zobecňovat na všechny typy stavů, neboť při jiných textilních materiálech a jiných parametrech tkaniny se budou výsledky lišit.

I když nelze výsledky zobecnit, vyplývá z nich, že každá výsledná tkanina s největší pravděpodobností bude vyžadovat i individuální nastavení parametrů tkaniny, tzn. napětí eventuelně dostavy.

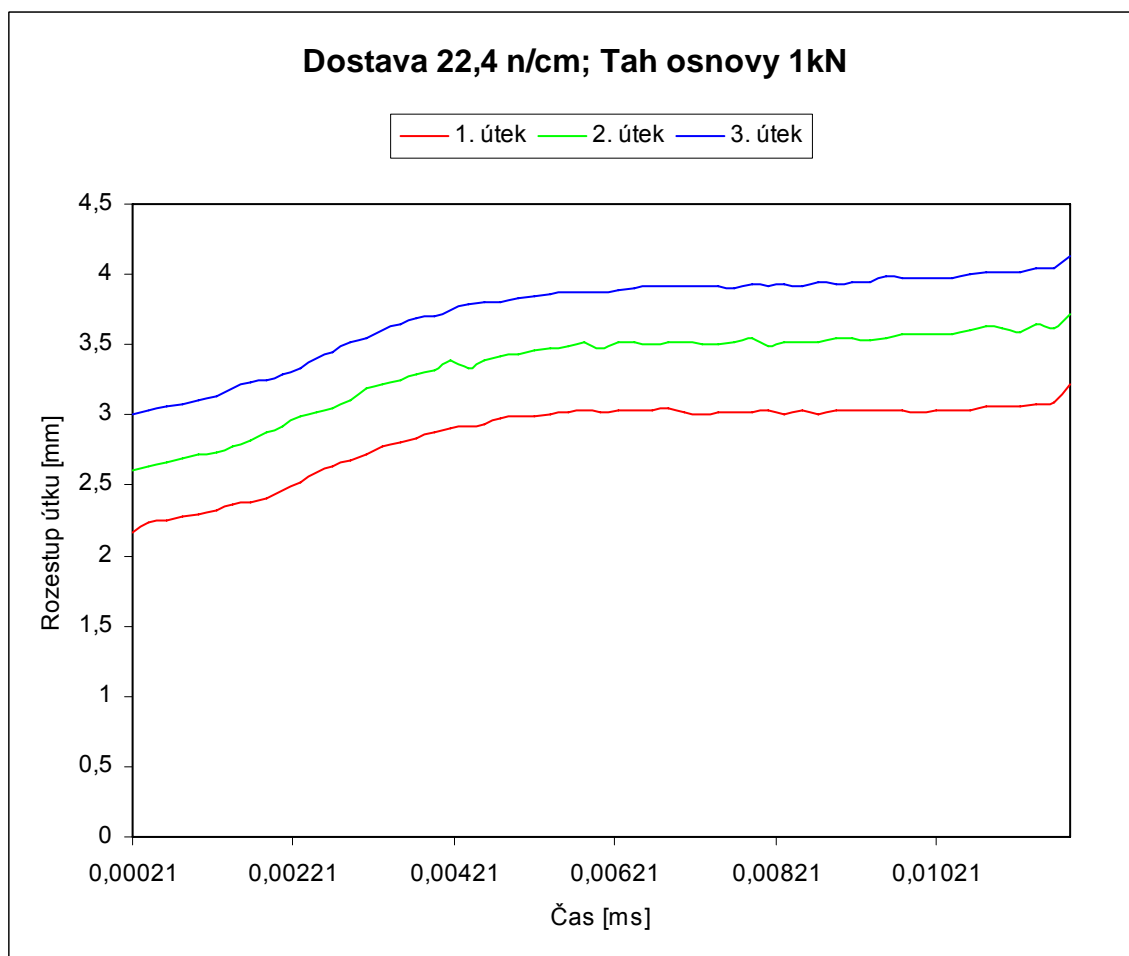
LITERATURA

- [1] Kostovčík, R.: Vrat útku v přírazné proužce, Diplomová práce, TU Liberec 2001
- [2] Křivohlávek, V.: Otázky vývoje tkací techniky se zřetelem k procesu tvorby tkaniny, Kandidátská disertační práce, VSST Liberec 1986
- [3] Sirková, B.: Matematický model pro vyjádření provázání nití ve tkanině s využitím Fourierových řad, Disertační práce, TU Liberec 2002
- [4] Talavášek, O. a kol.: Tkalcovská příručka, Praha 1980
- [5] Nosek, S.: Teorie tkacího procesu I díl, Dům techniky ČSVTS, PARDUBICE 1988
- [6] Neckář, B.: Morfologie a strukturní mechanika obecných vláknenných útvarů, TU Liberec, 1998
- [7] Kovář, R.: Struktura a vlastnosti plošných textilií, TU Liberec 2002
- [8] Dugong Tu Binh : Pohyb útků v přírazné proužce, Doktorská disertační práce, TU Liberec 2001
- [9] Žiačiková, M.: Geometria prešlupu tkacieho stroja, Diplomová práce, TU Liberec 2006

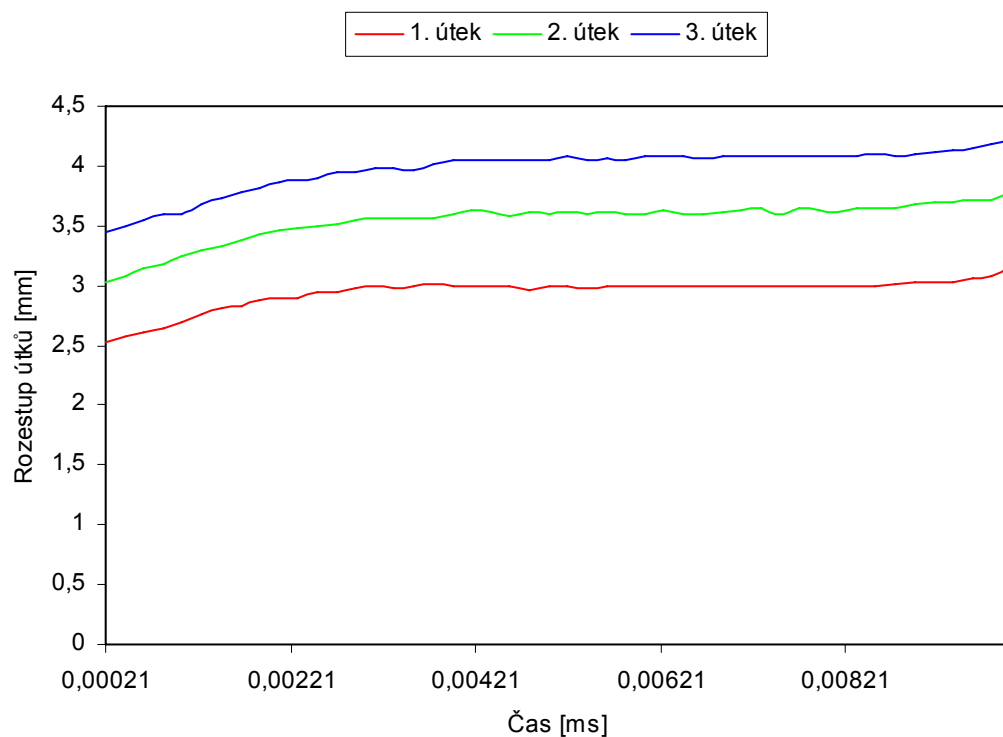
PŘÍLOHA

PŘÍLOHA I – Okamžité rozestupy útků v závislosti na rozevření prošlupu

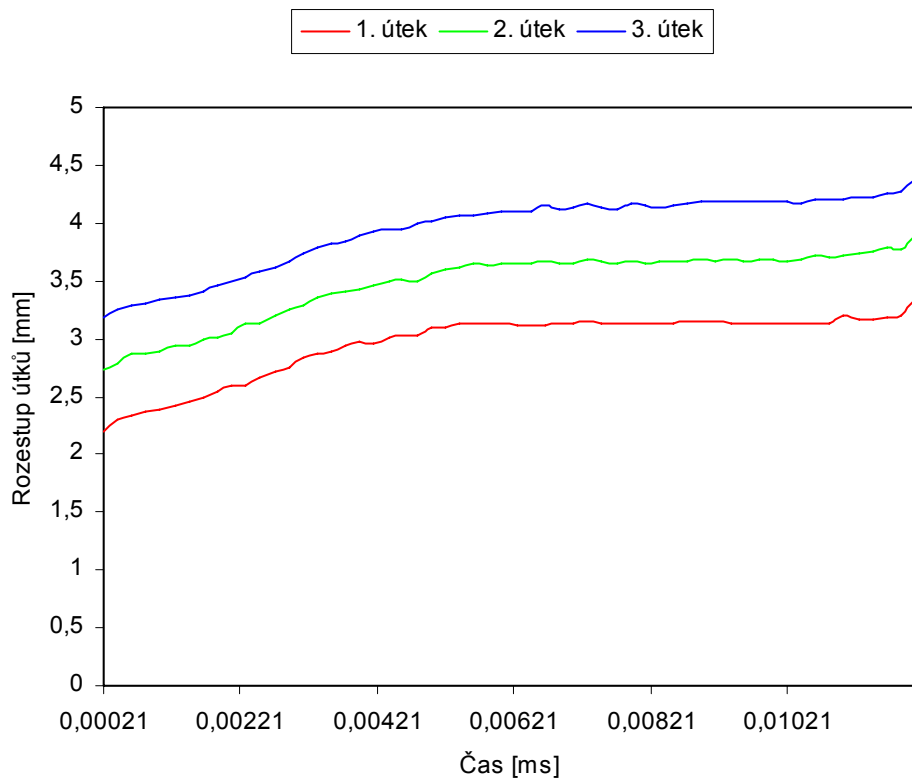
PLÁTNOVÁ VAZBA:



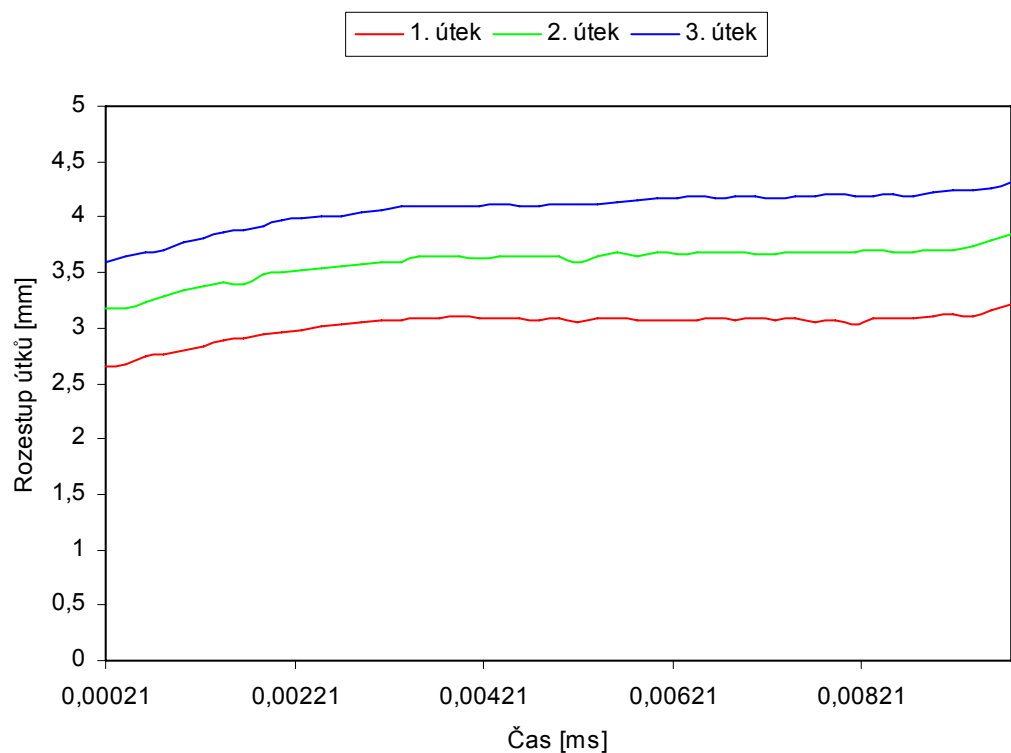
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 1kN



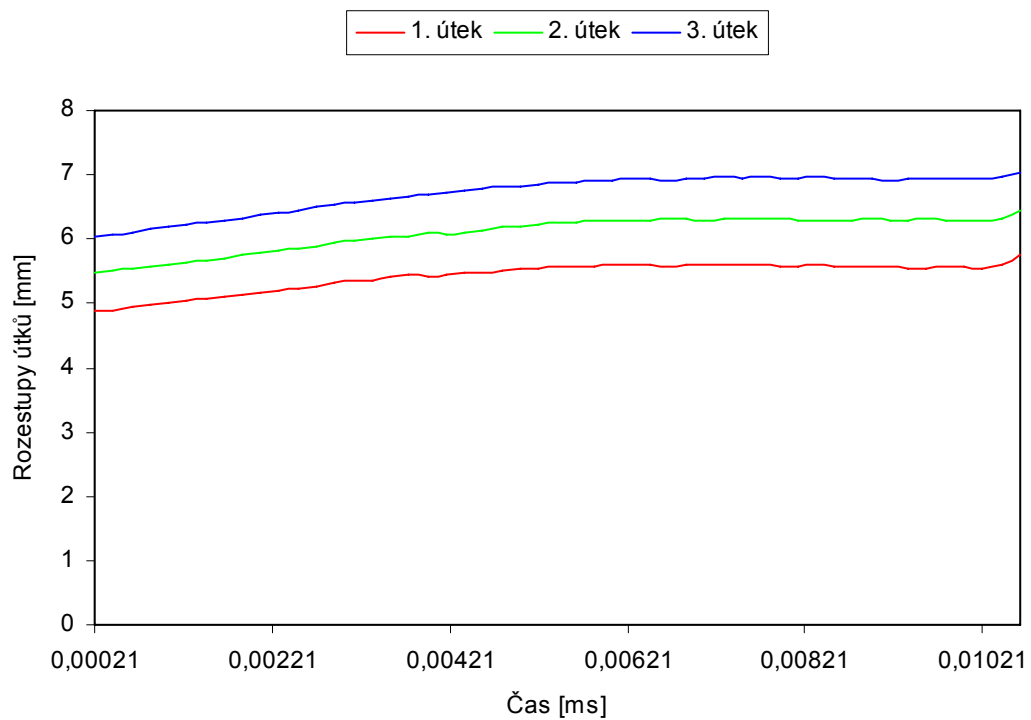
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 1kN



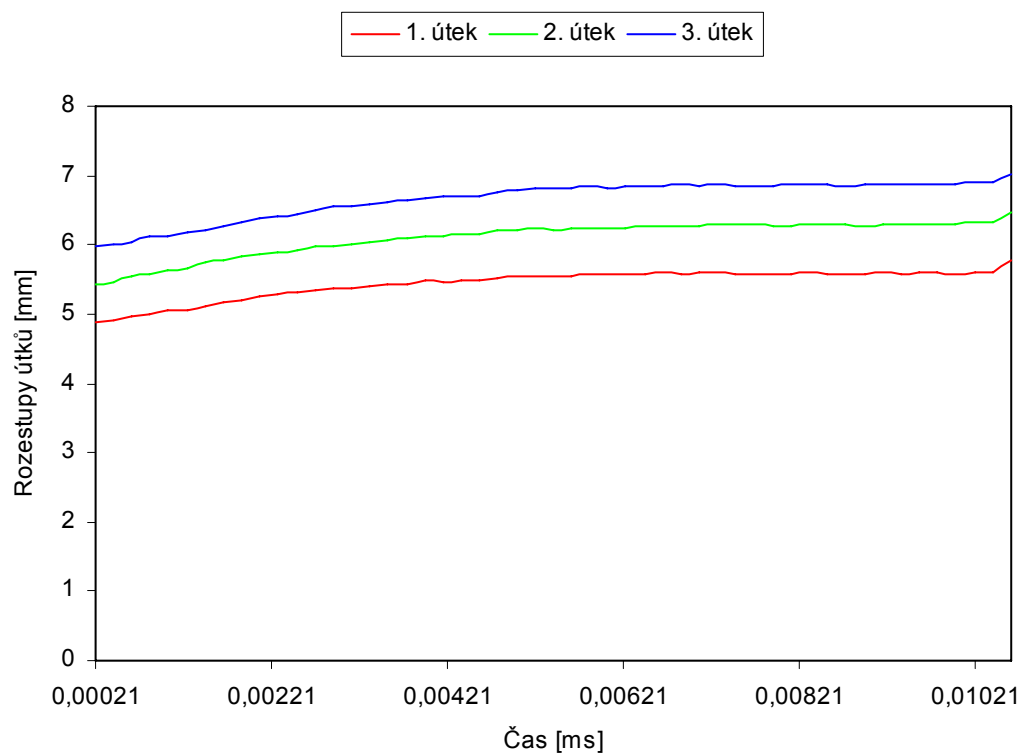
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 1kN



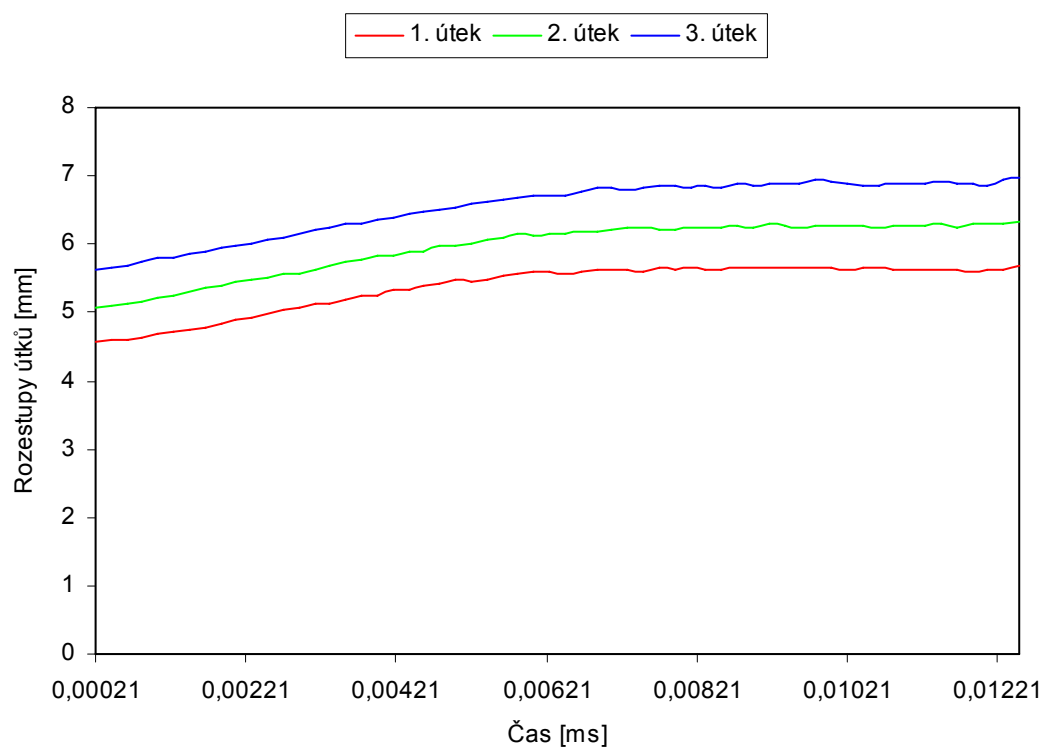
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 1kN



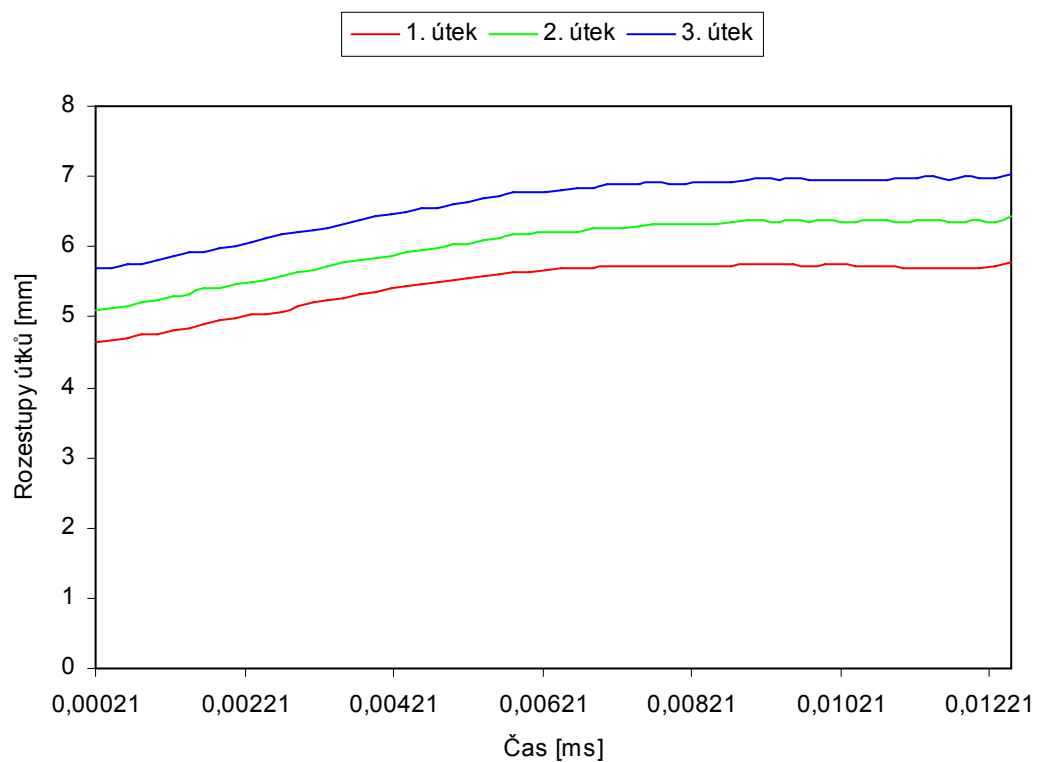
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 1kN



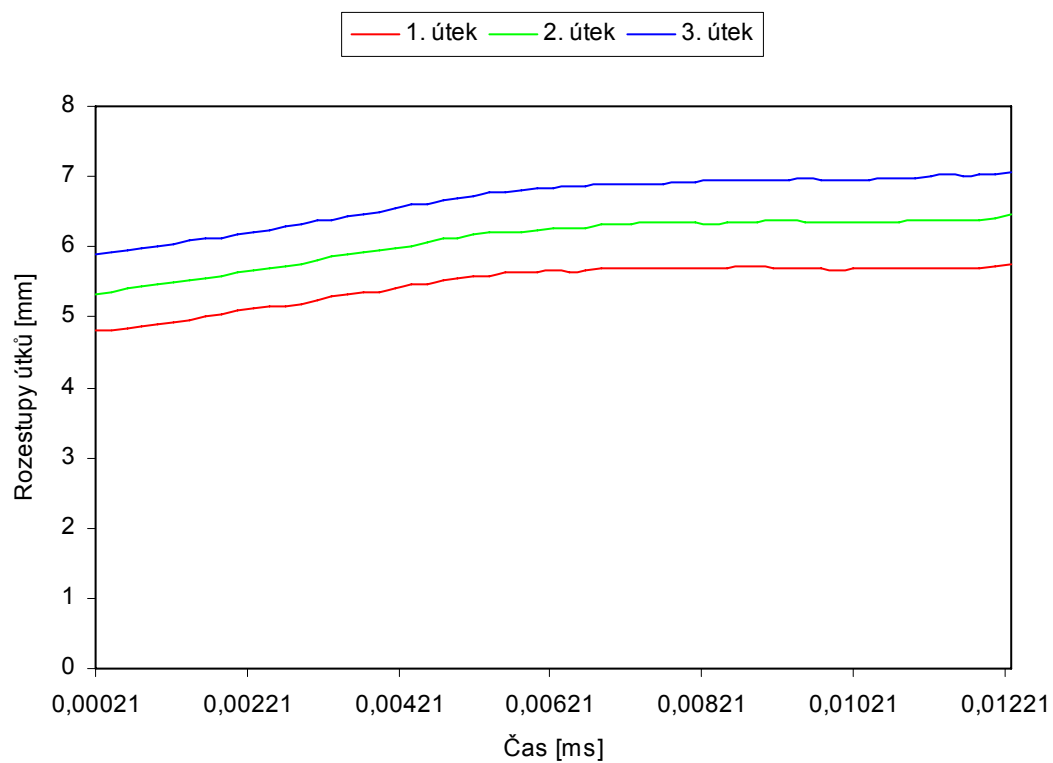
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 1kN



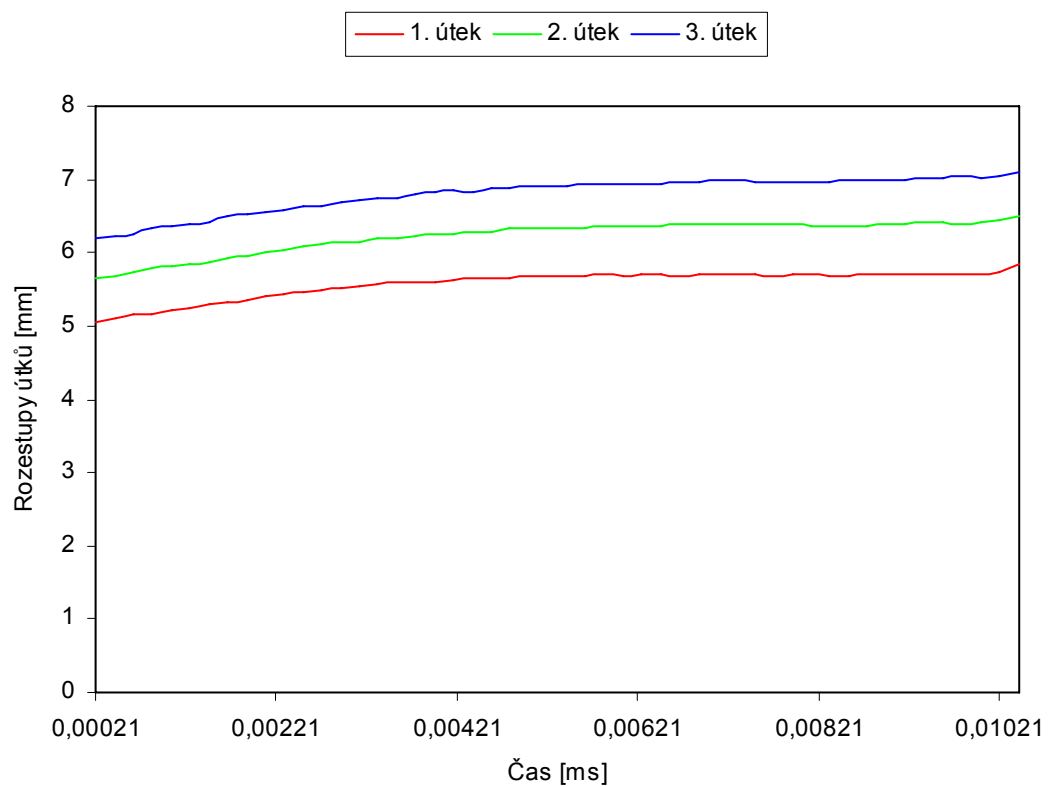
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 1kN



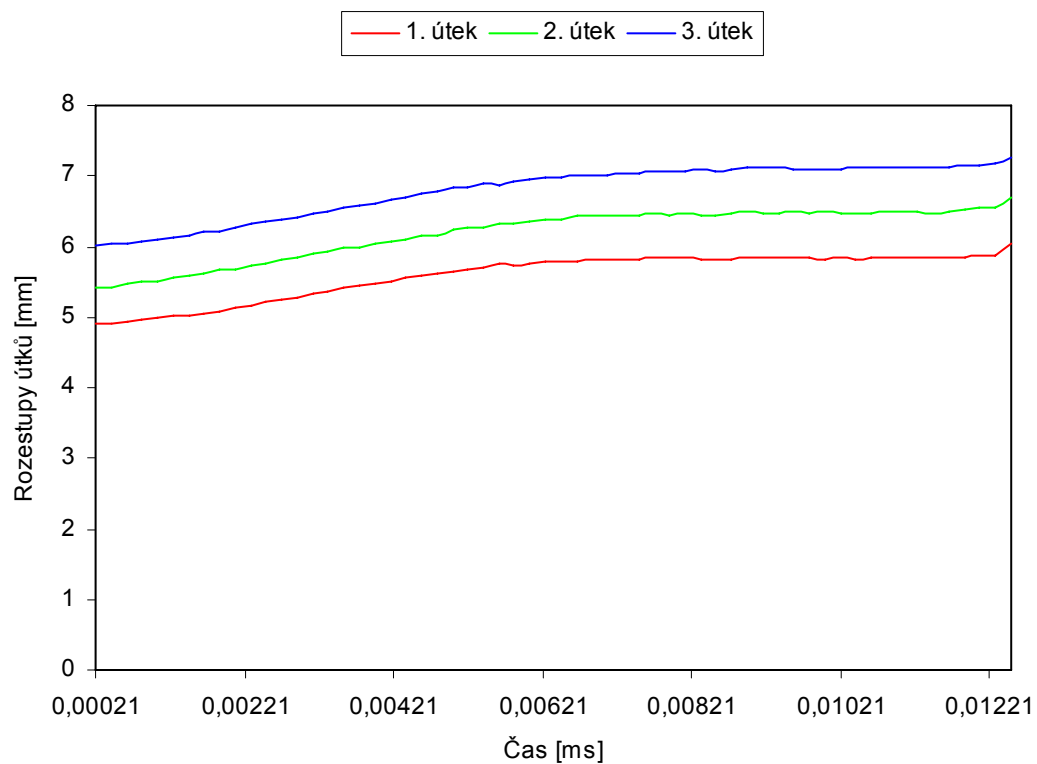
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 1,3kN



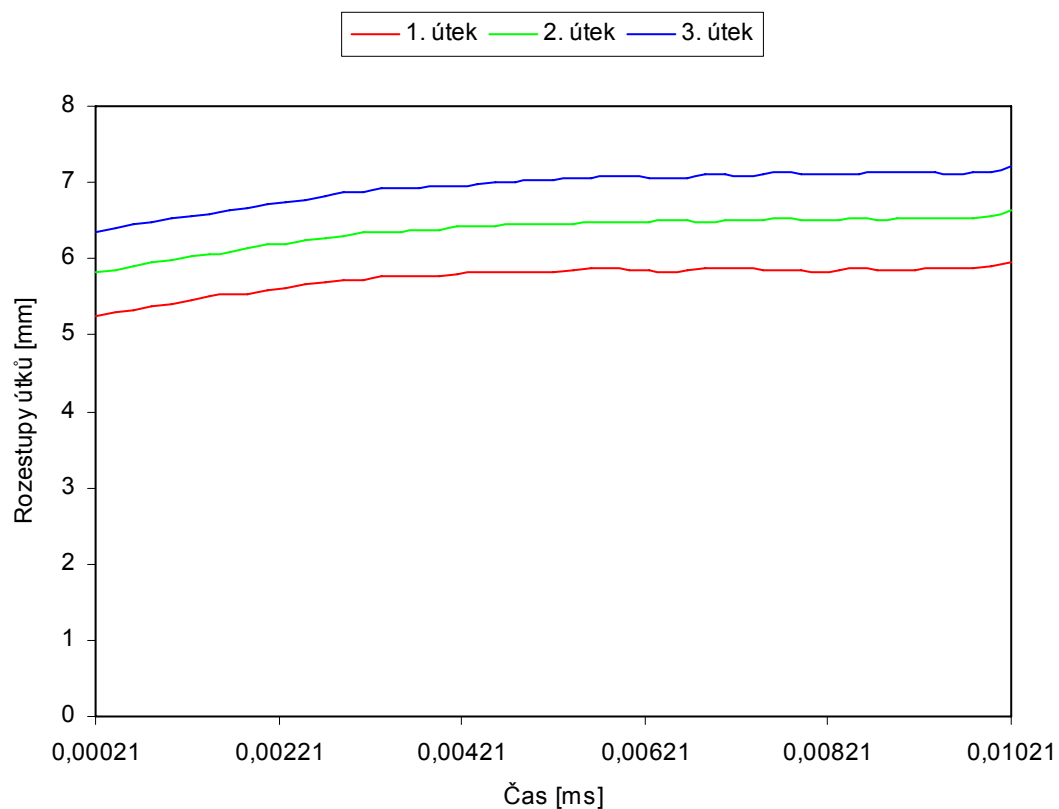
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 1,3kN



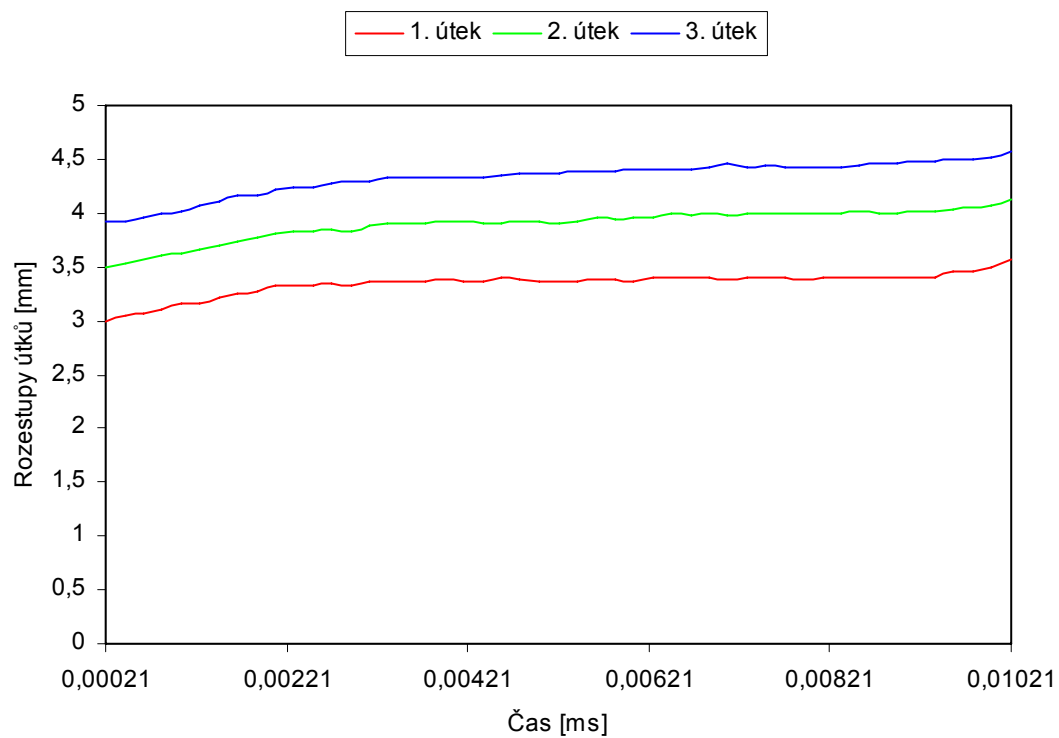
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 1,3kN



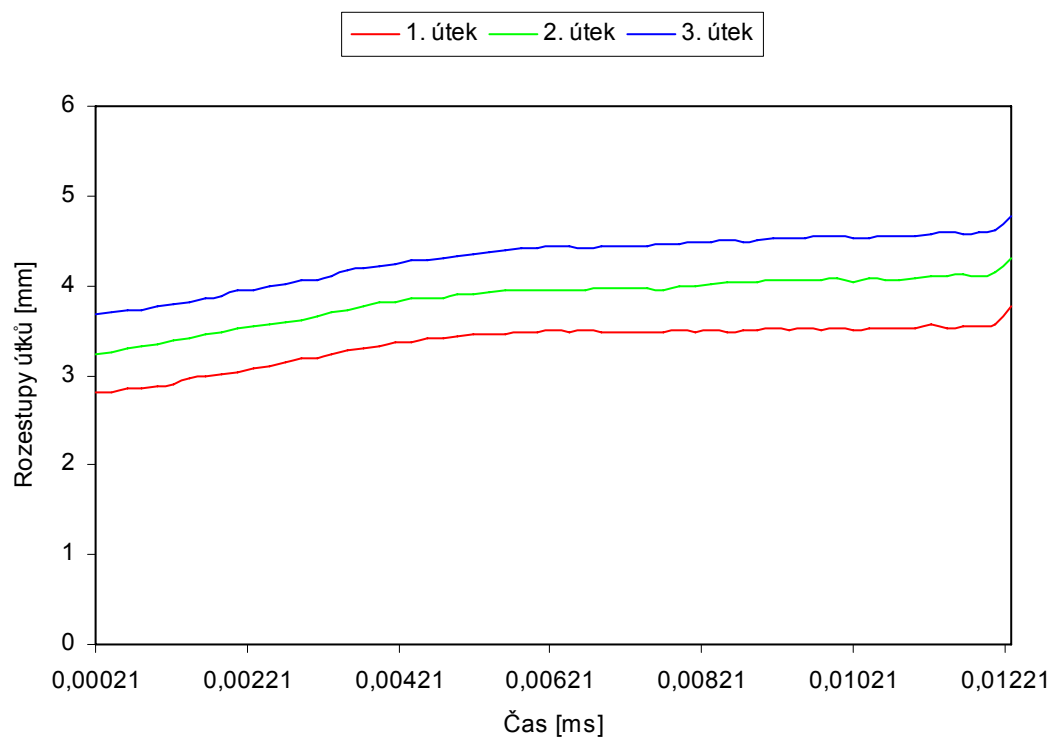
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 1,3kN



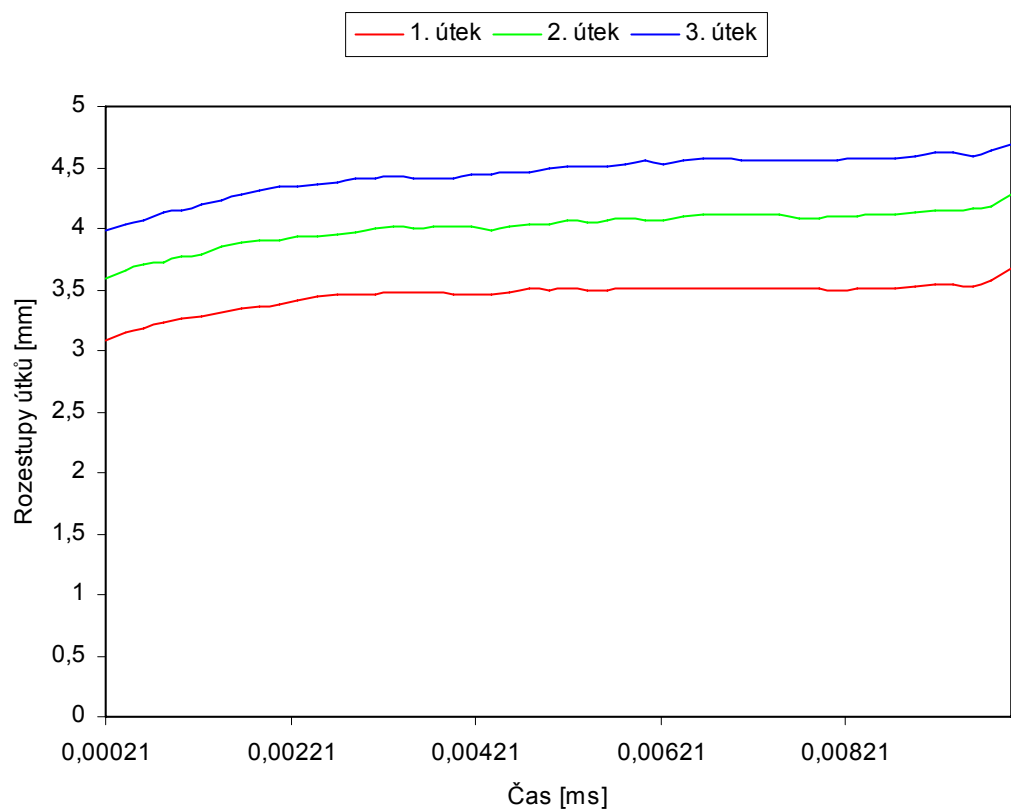
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 1,3kN



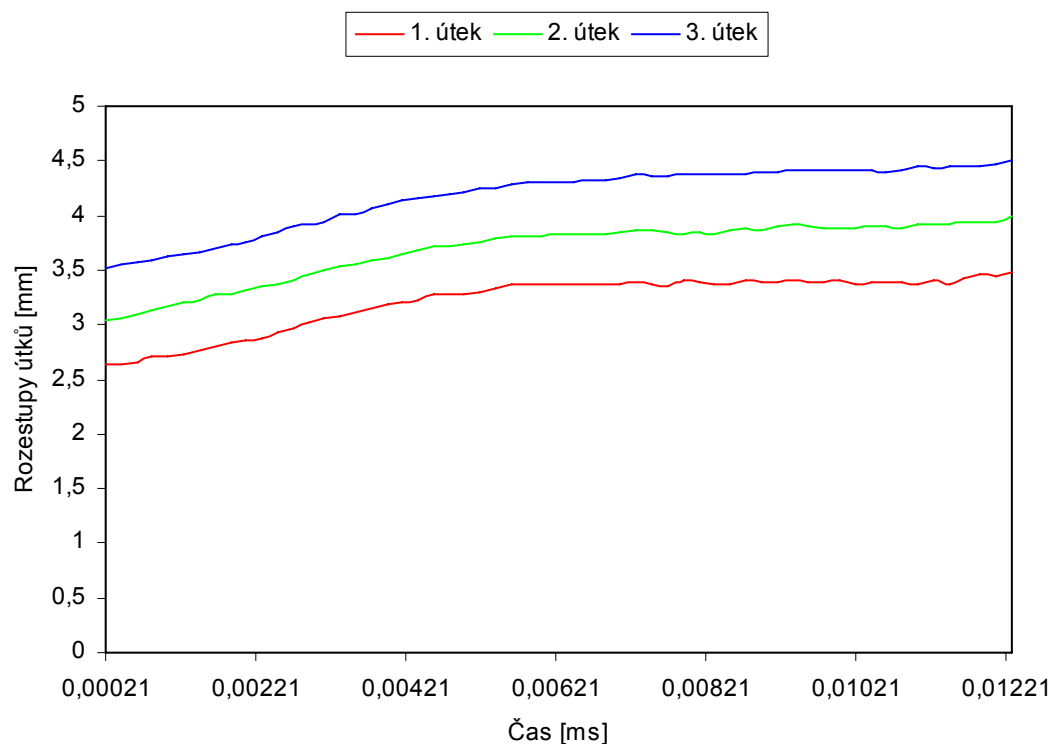
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 1,3kN



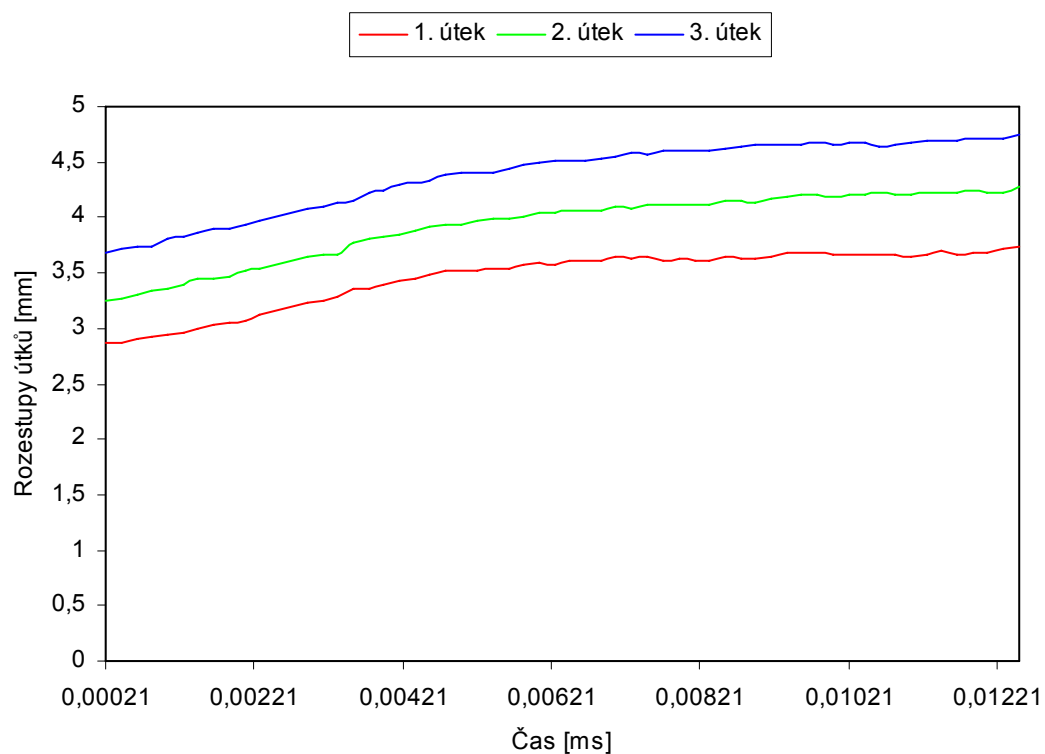
Dostava 22.4 n/cm; Tah osnovy 1,3kN



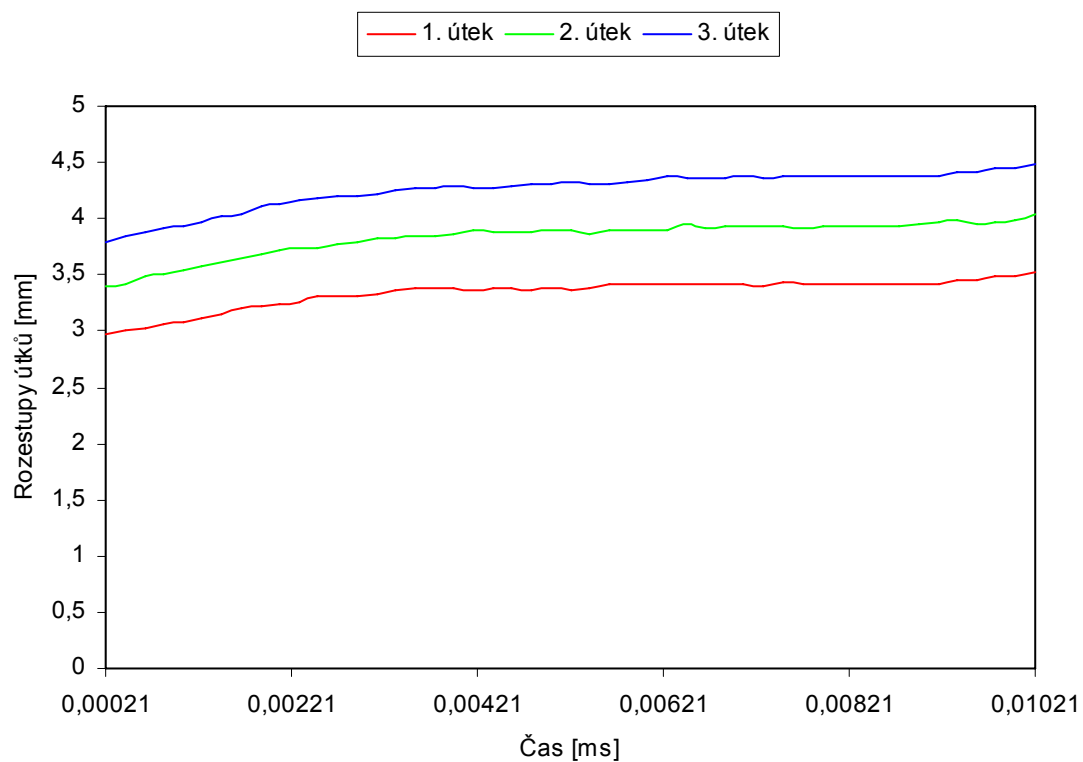
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 1,6kN



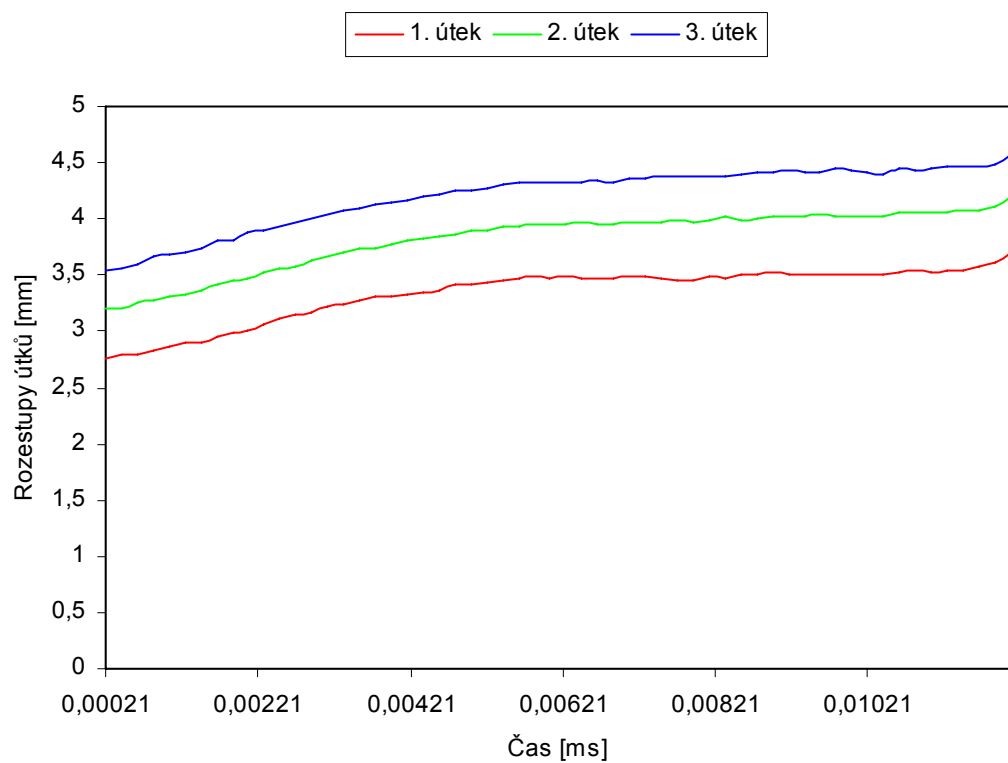
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 1,3kN



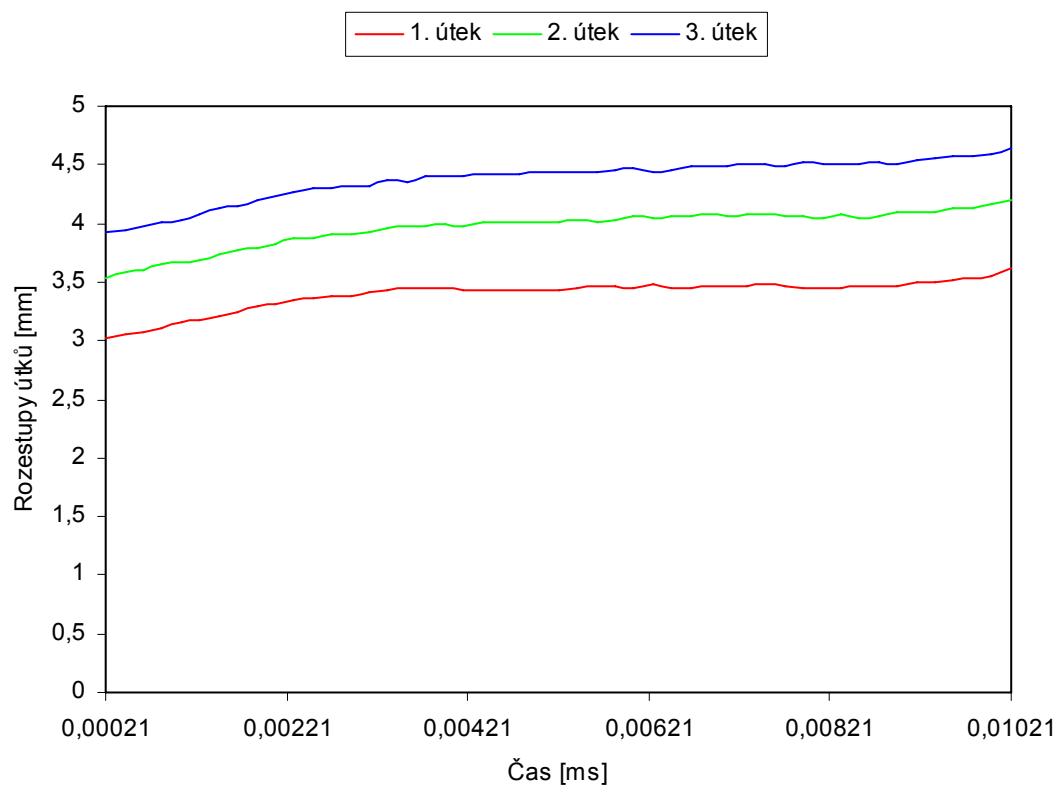
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 1,6kN



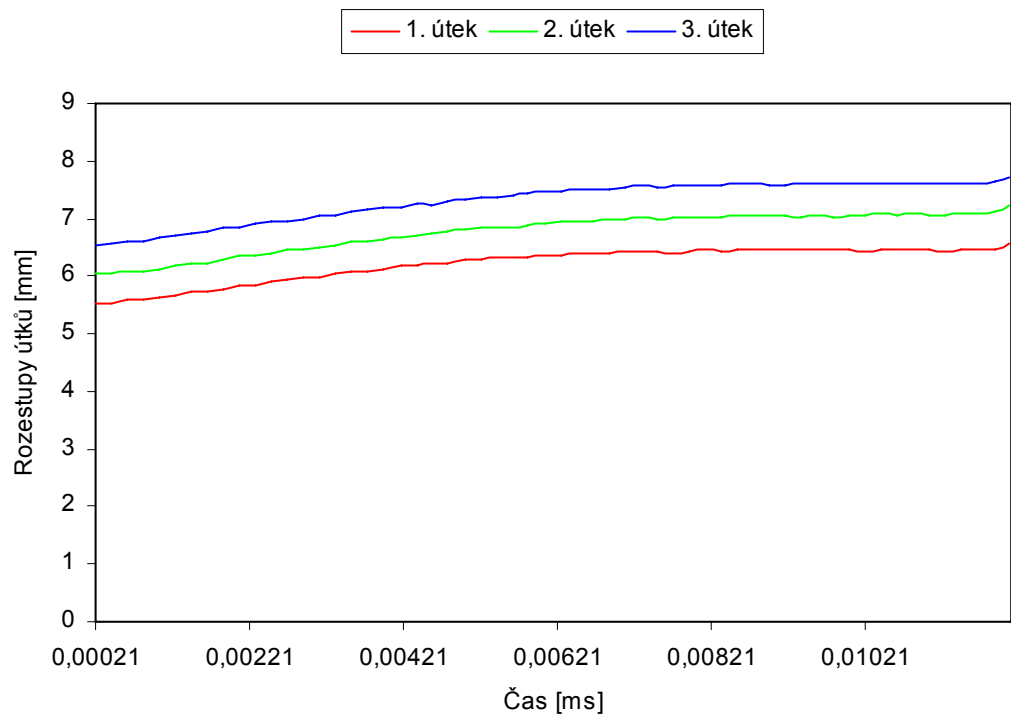
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 1,6kN



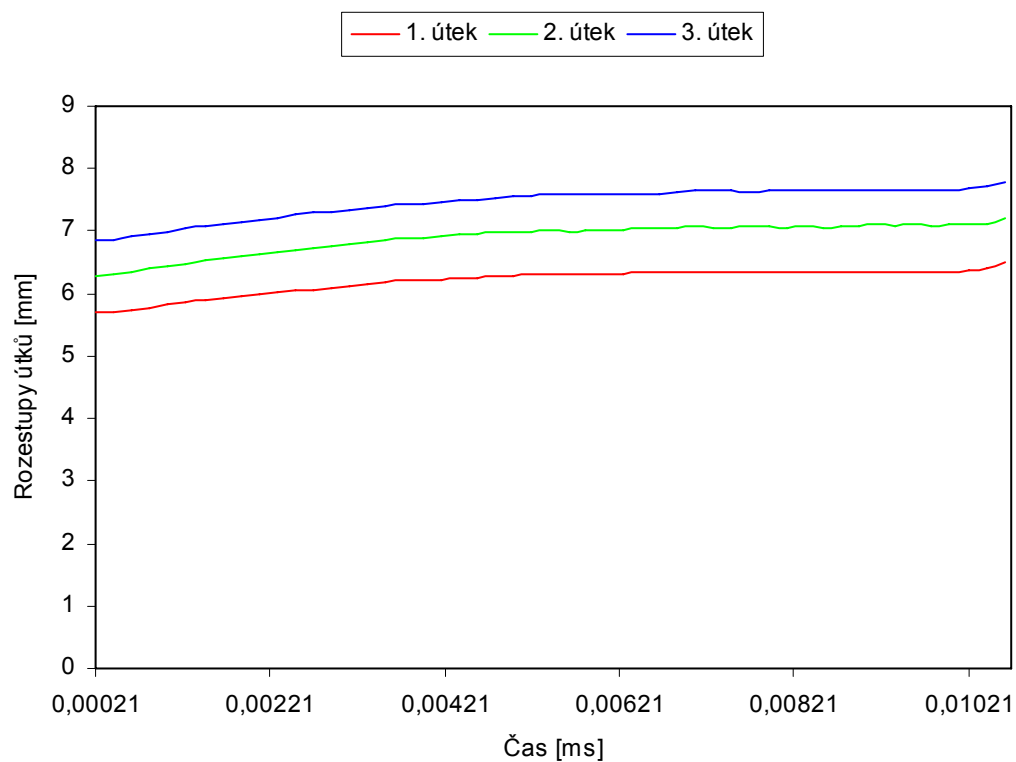
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 1,6kN



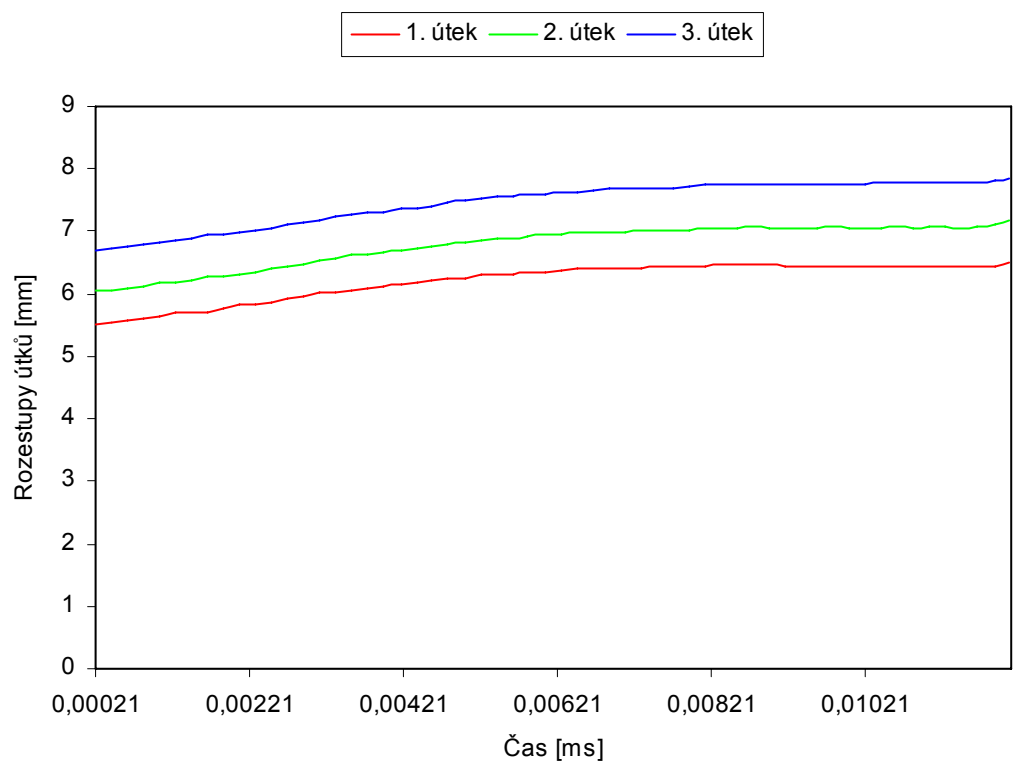
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 1,6kN



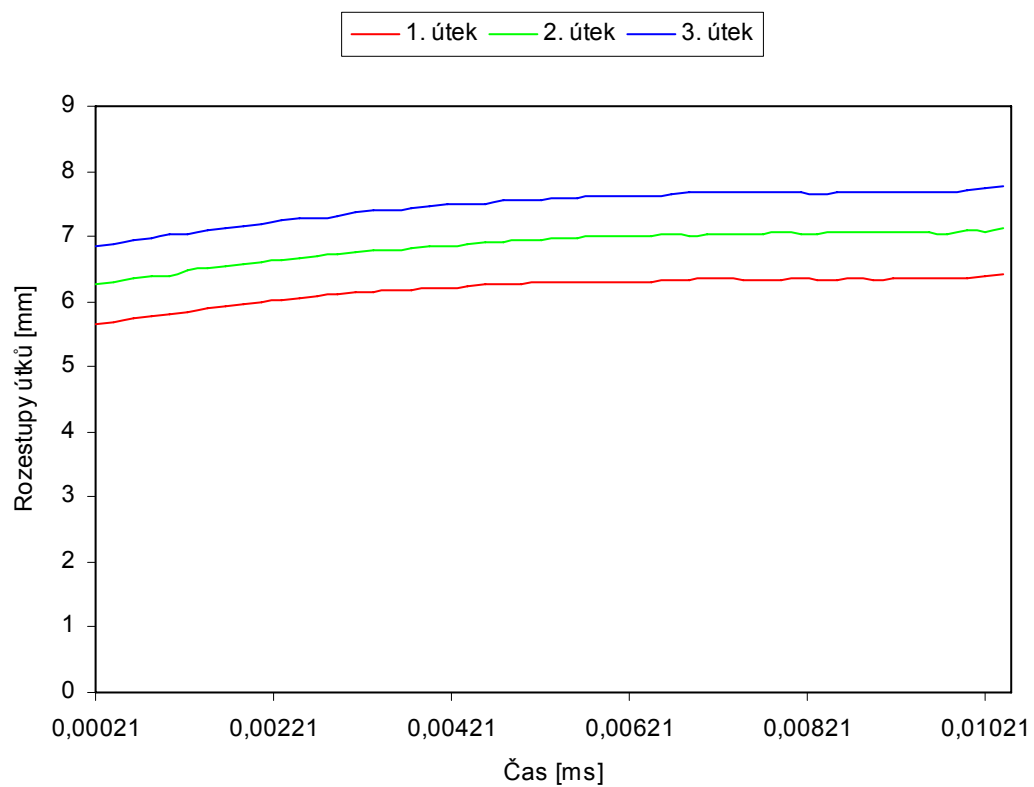
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 1,6kN



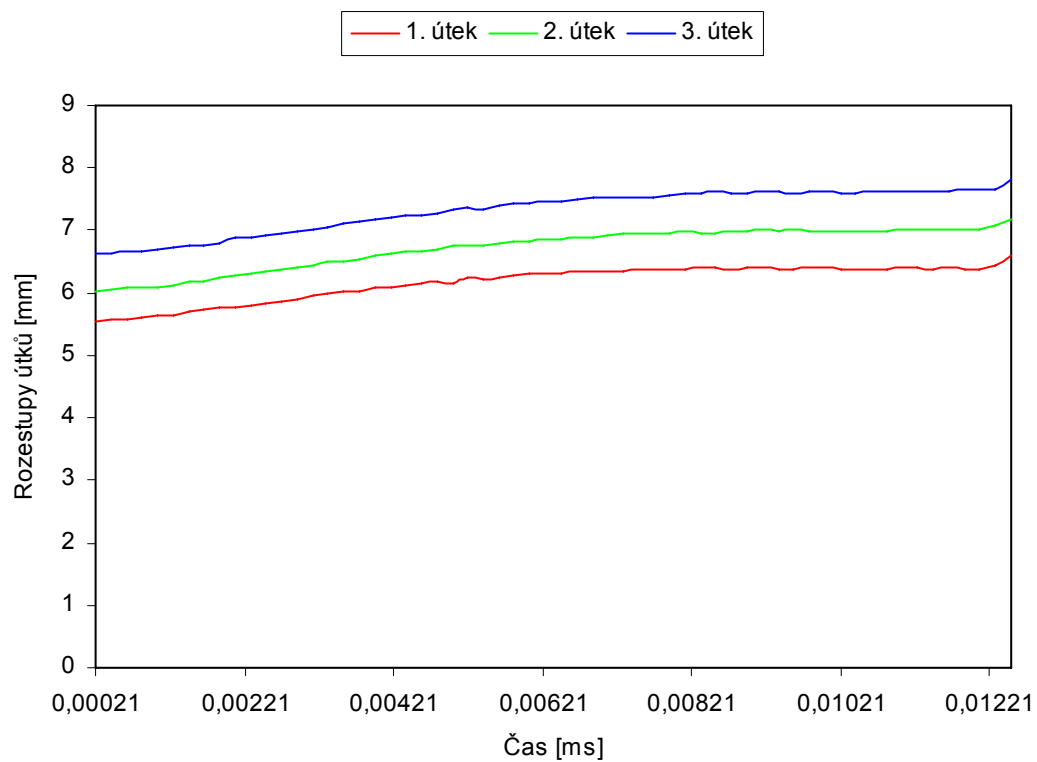
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 1,6kN



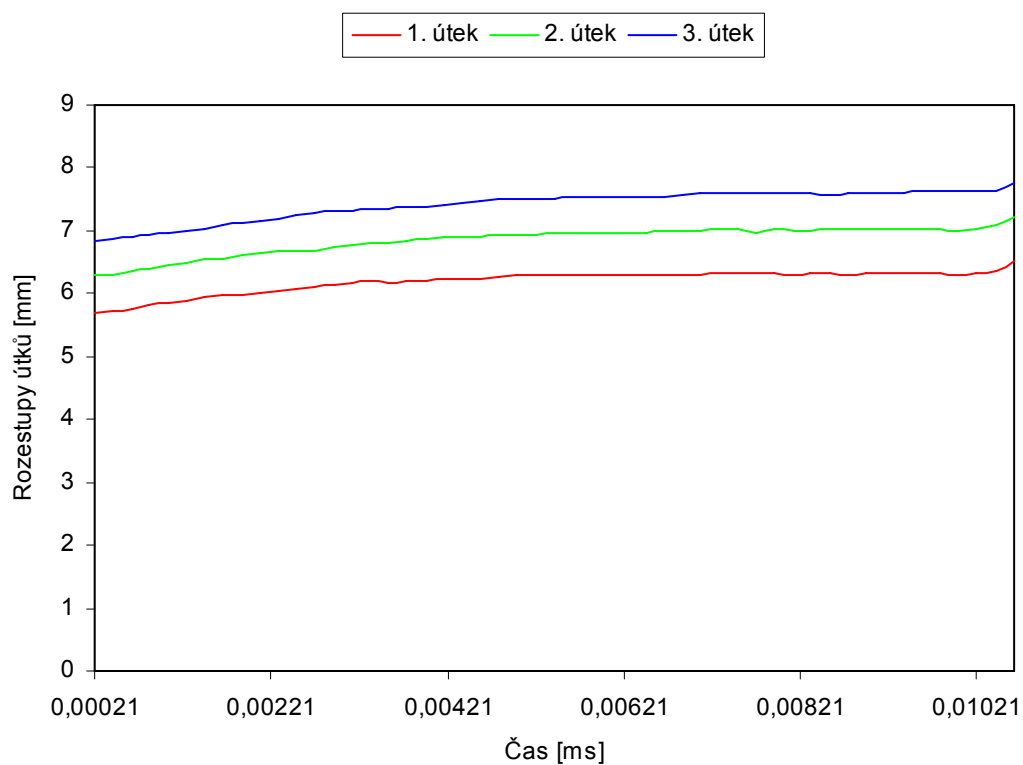
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 1,6kN



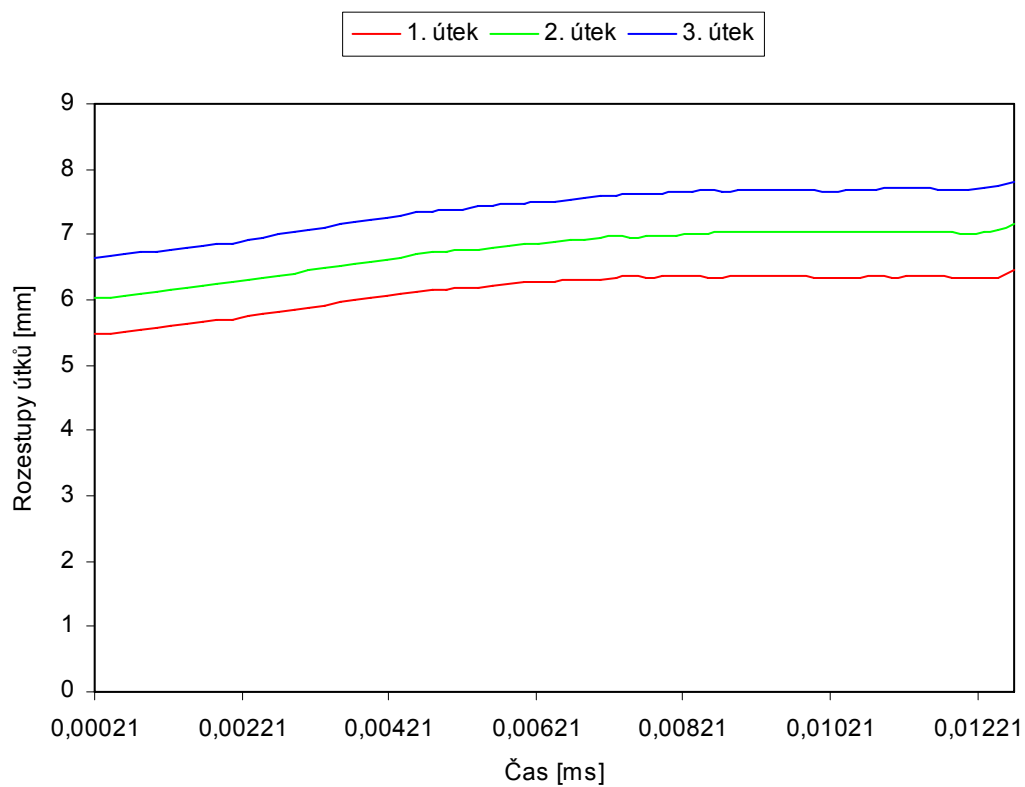
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 1,9kN



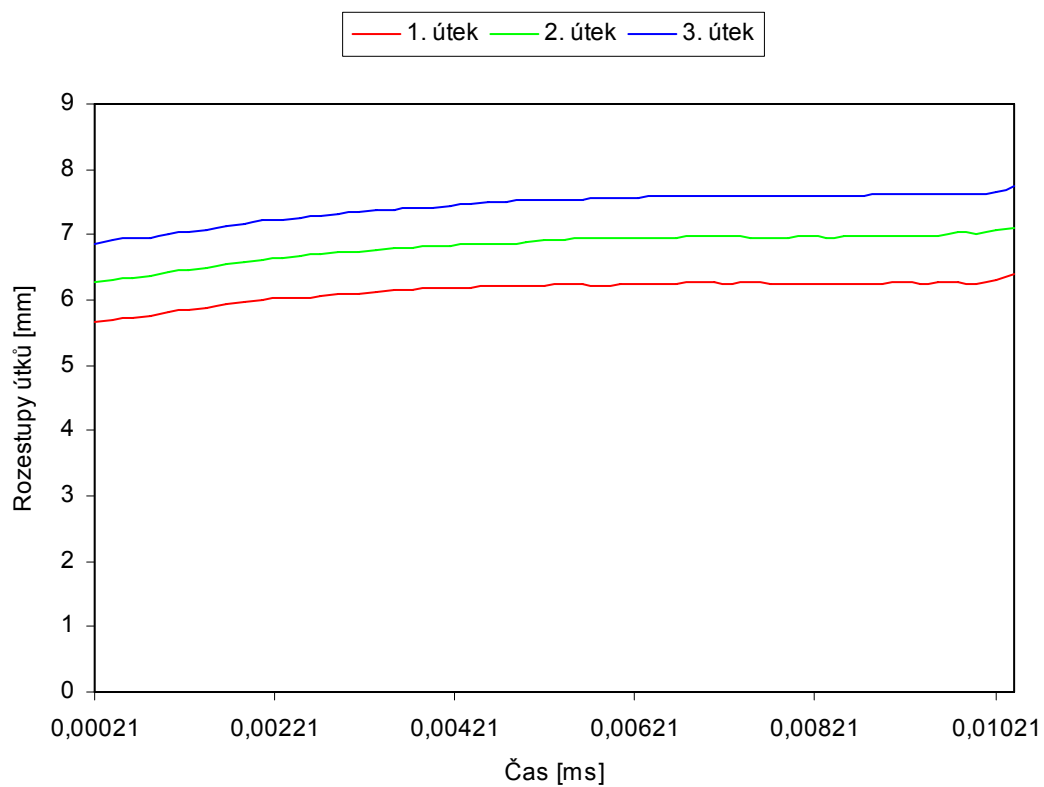
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 1,9kN



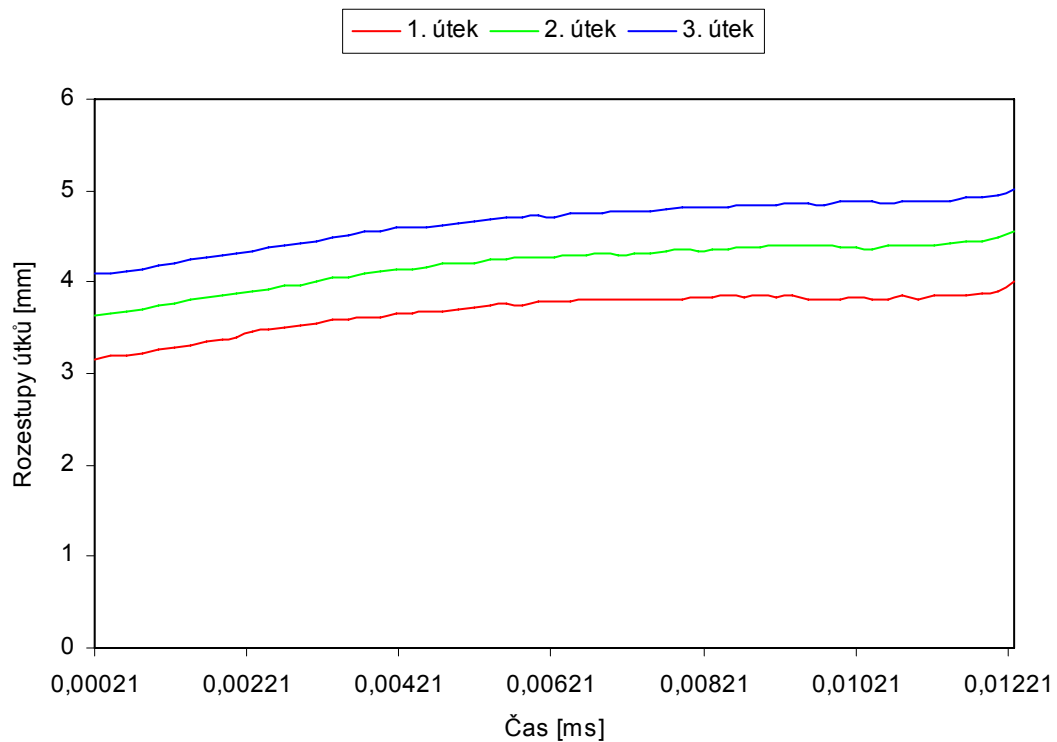
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 1,9kN



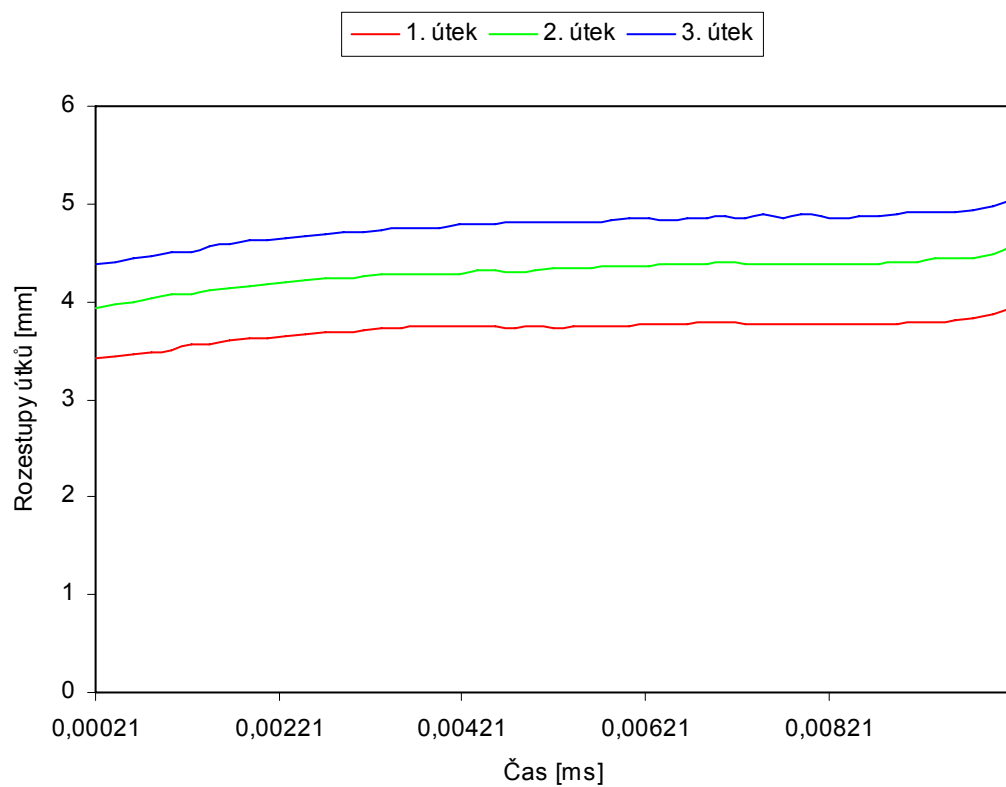
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 1,9kN



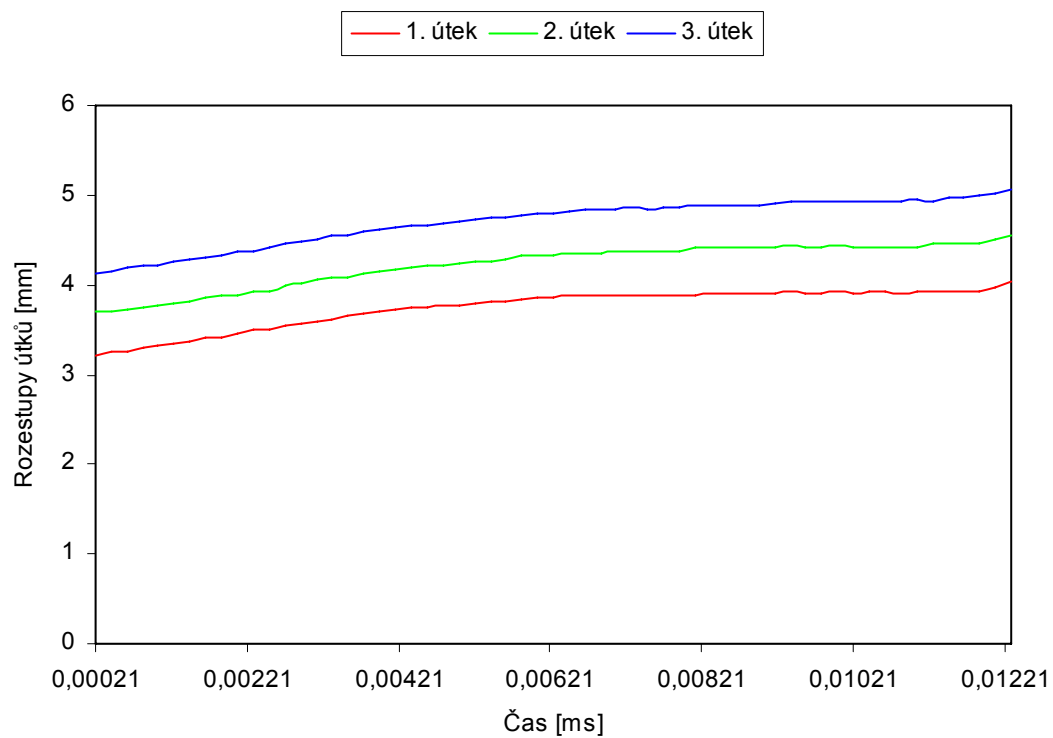
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 1,9kN



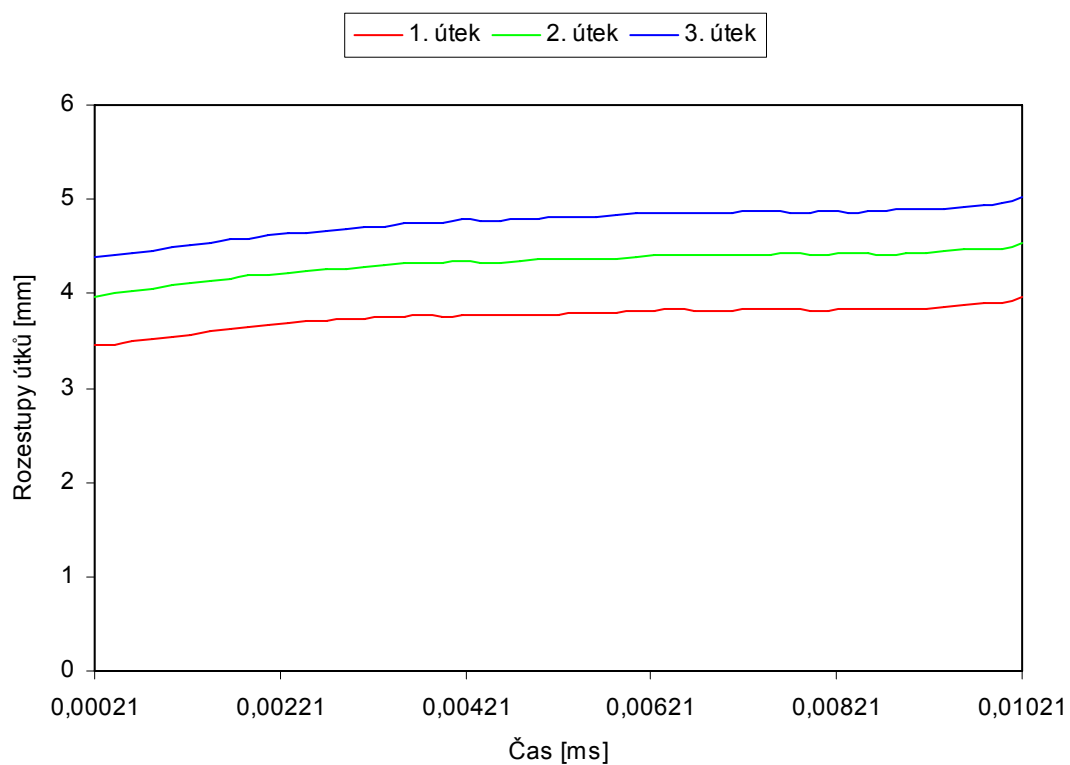
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 1,9kN



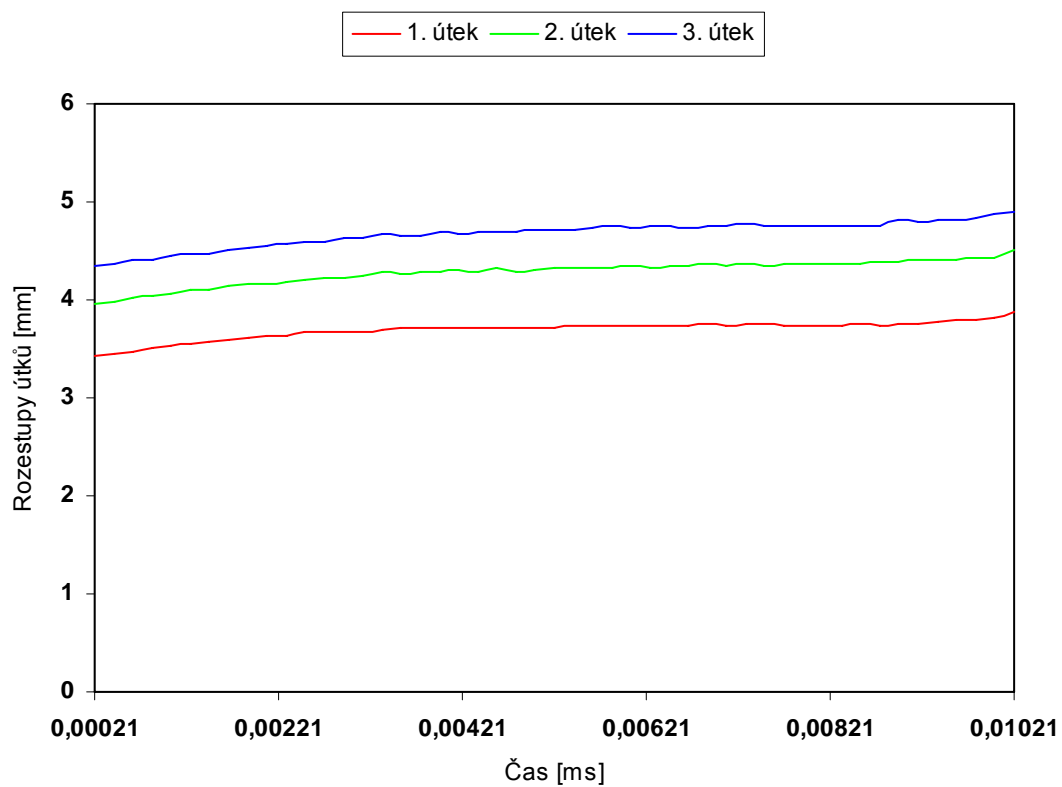
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 1,9kN



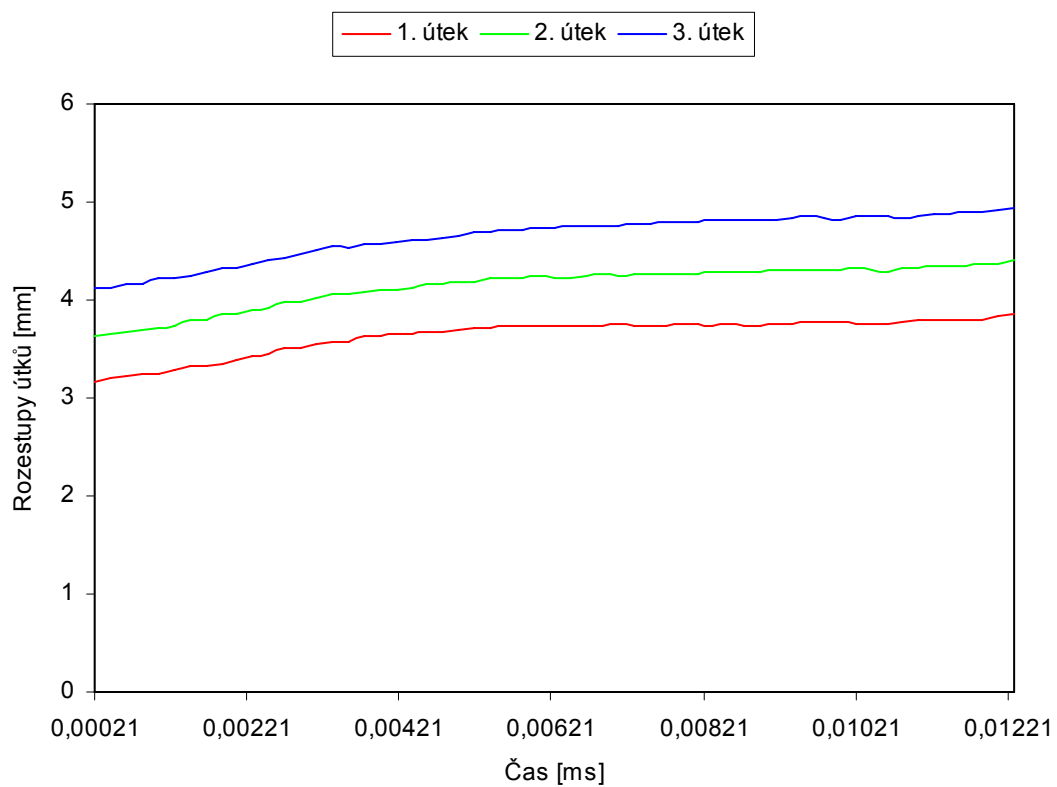
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 1,9kN



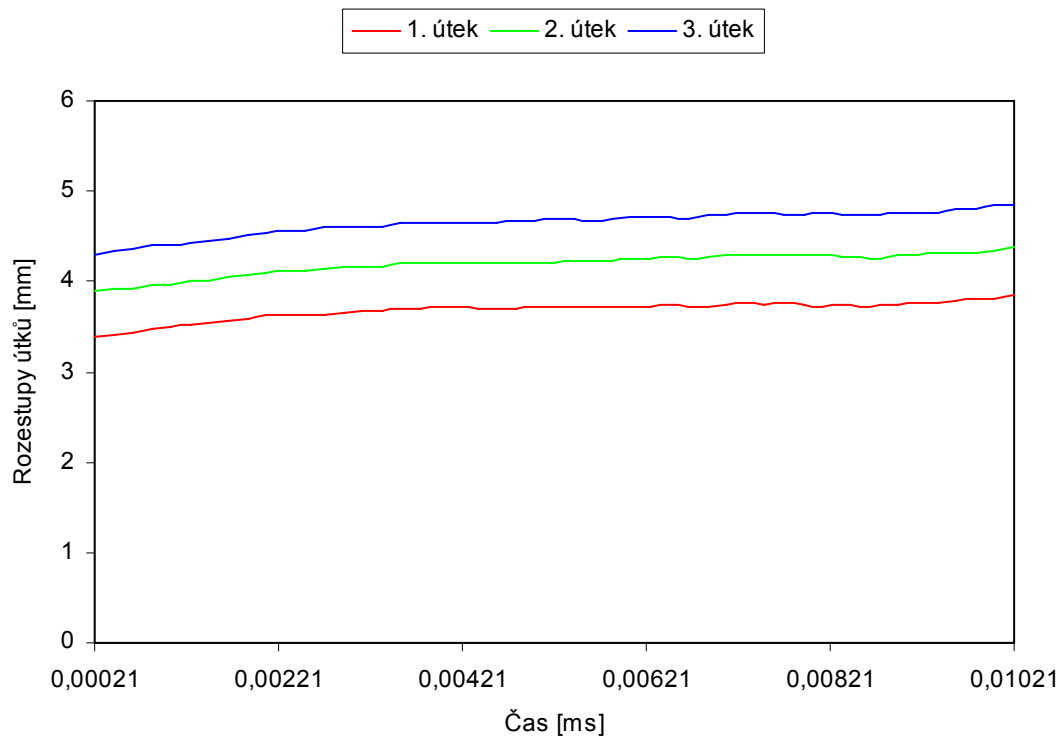
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 2,2kN



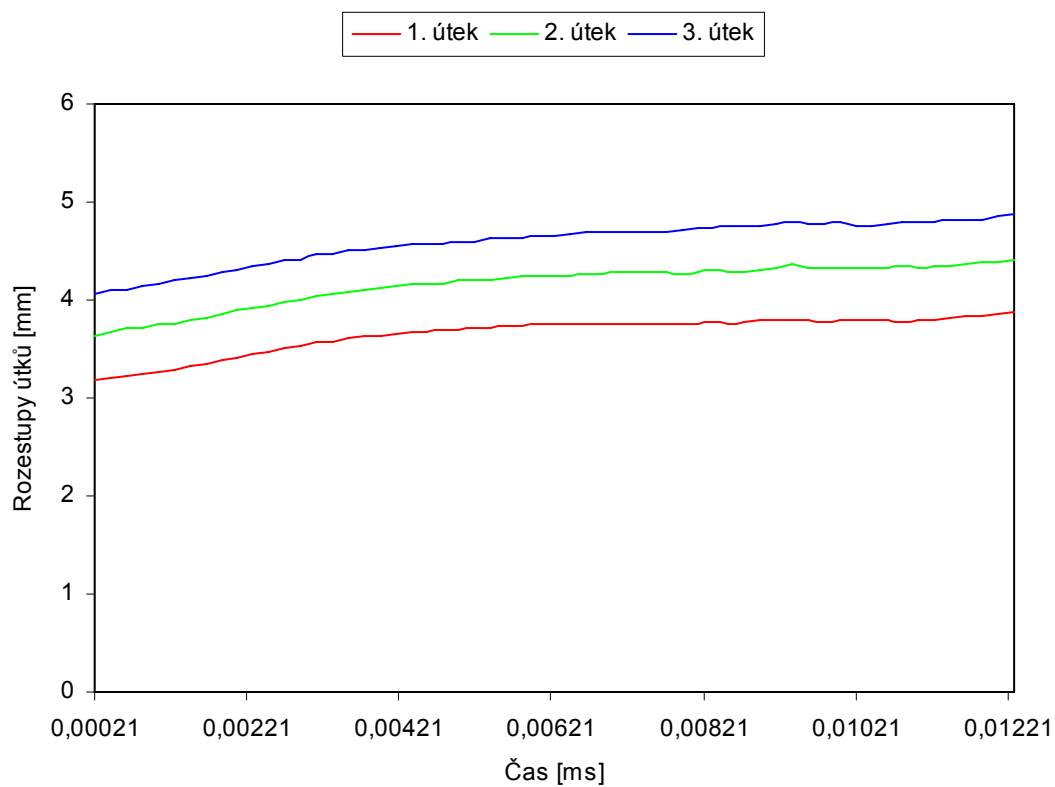
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 2,2kN



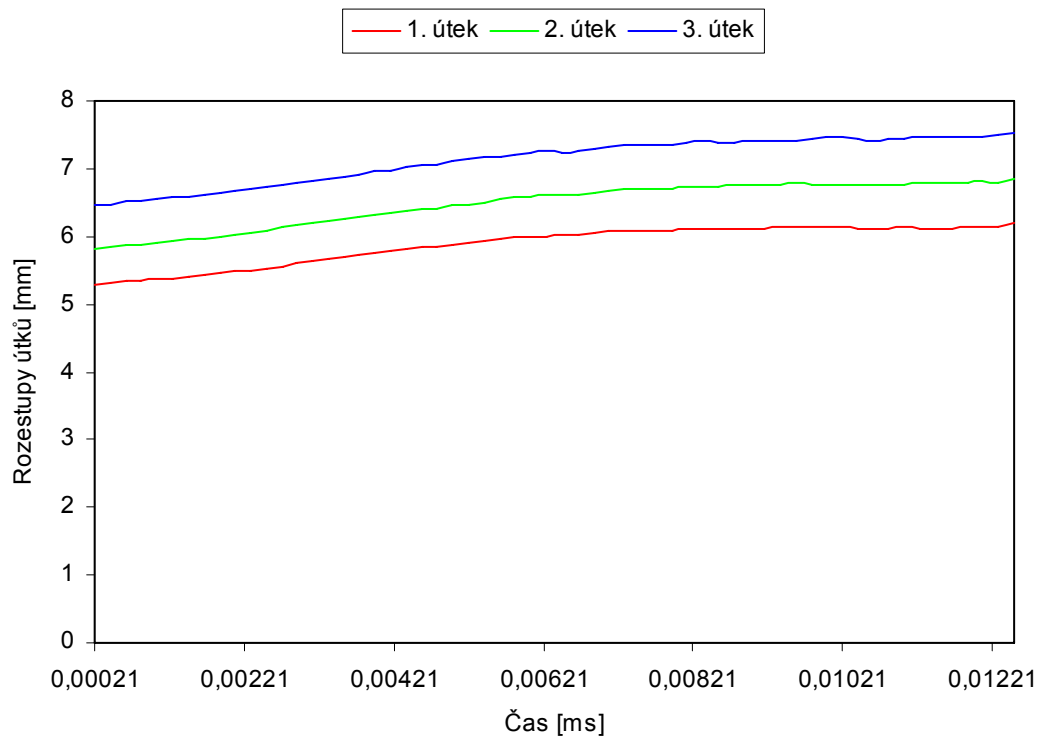
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 2,2kN



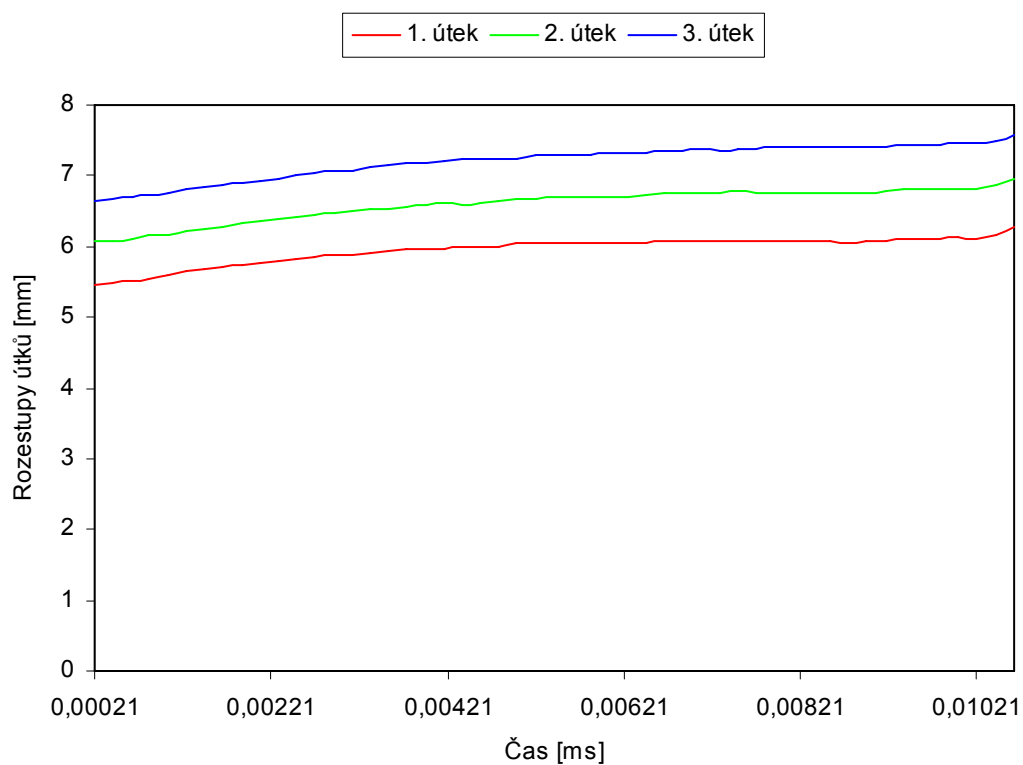
Dostava 22,4 n/cm; Tah osnovy 2,2kN



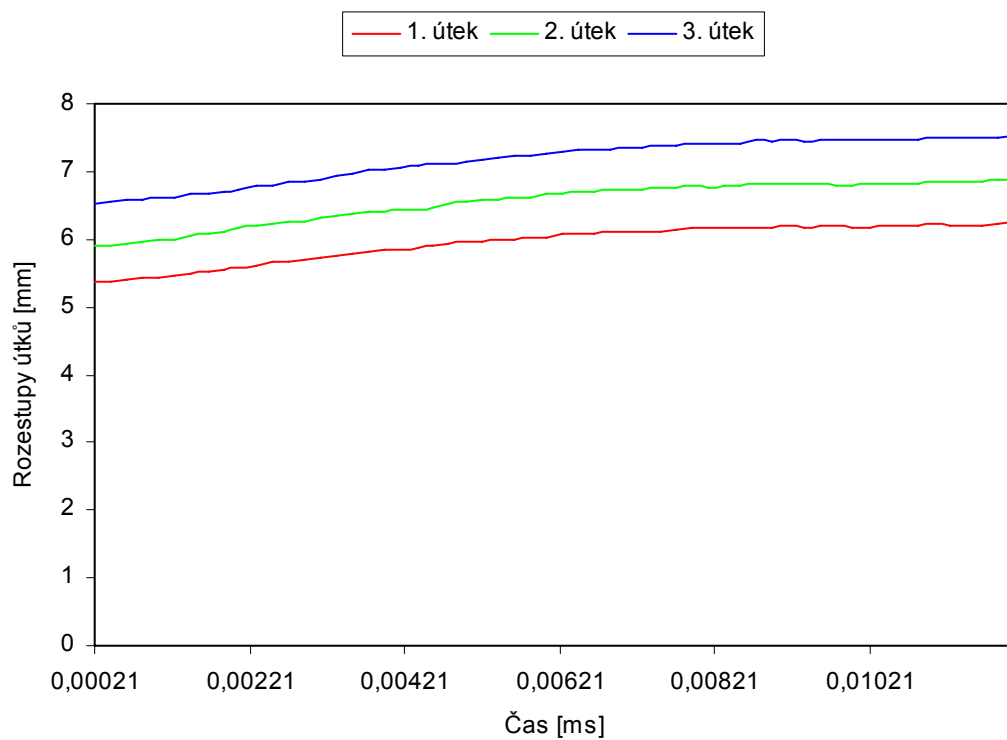
Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 2,2kN

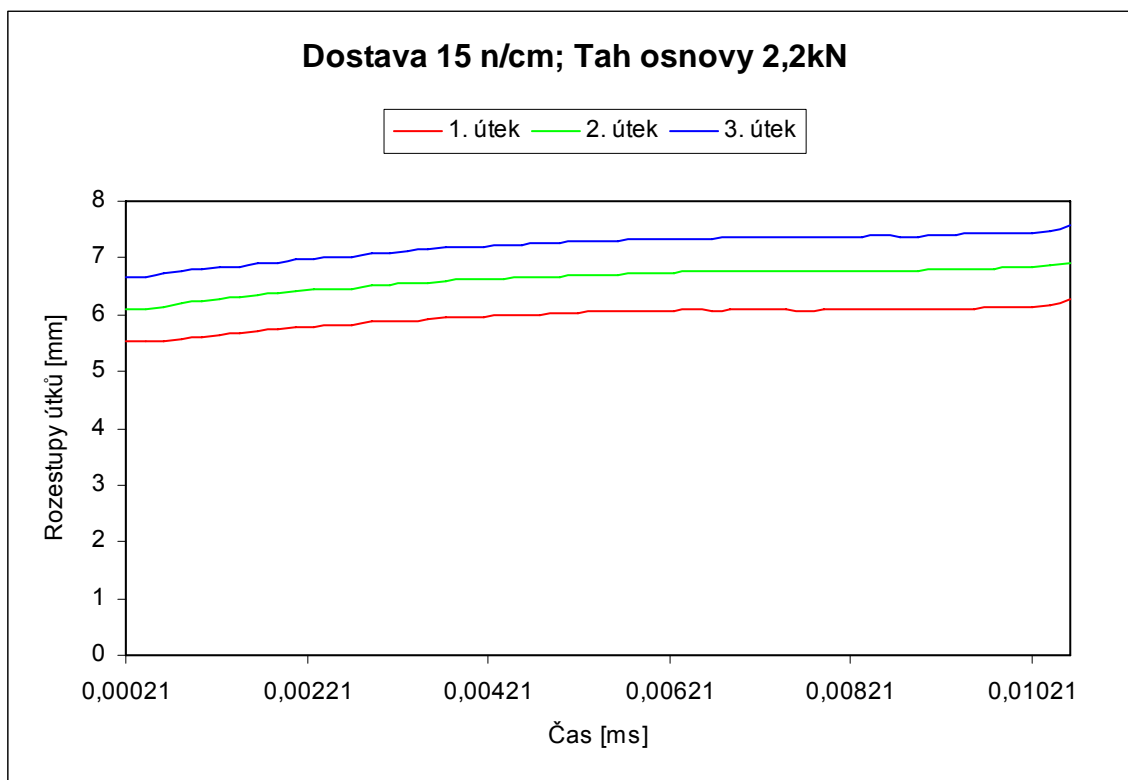


Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 2,2kN

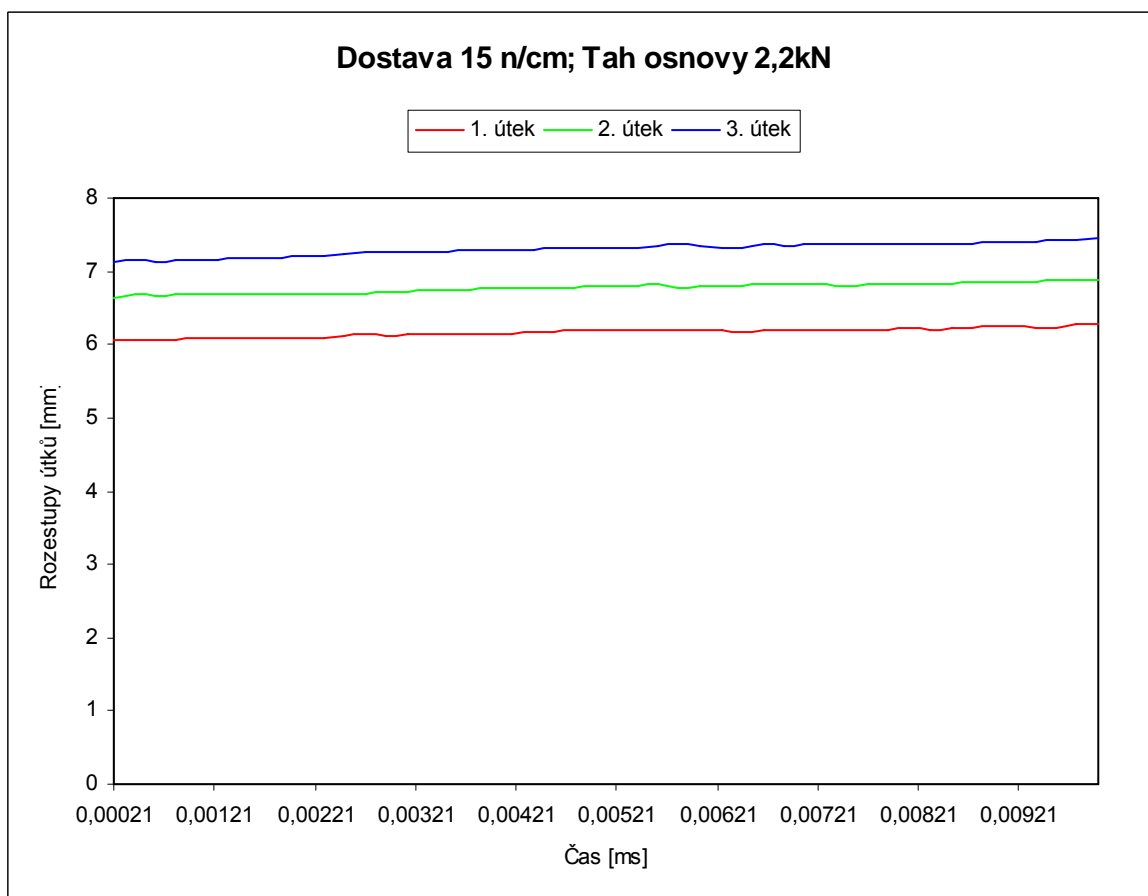


Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 2,2kN

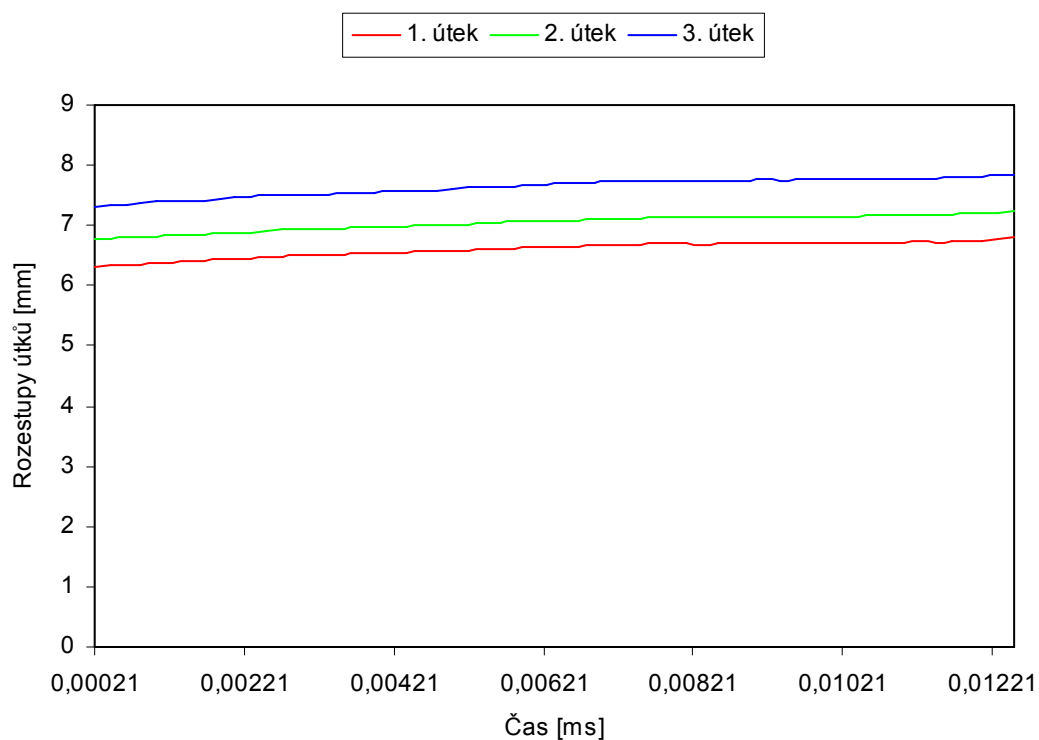




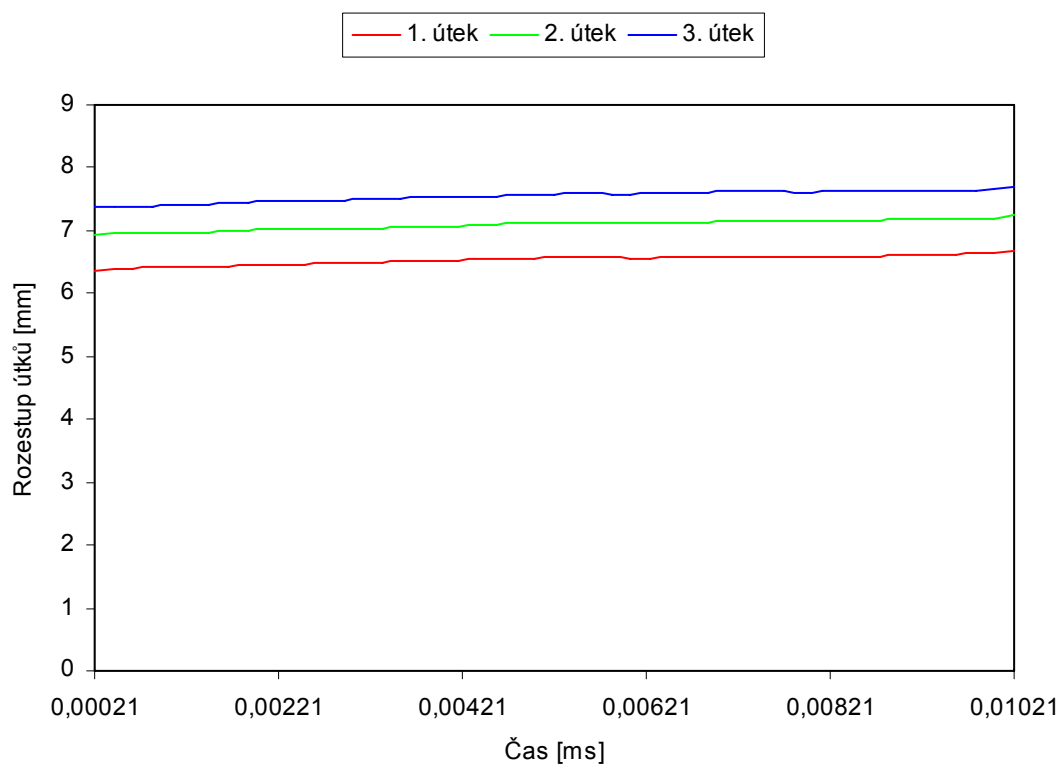
KEPROVÁ VAZBA:

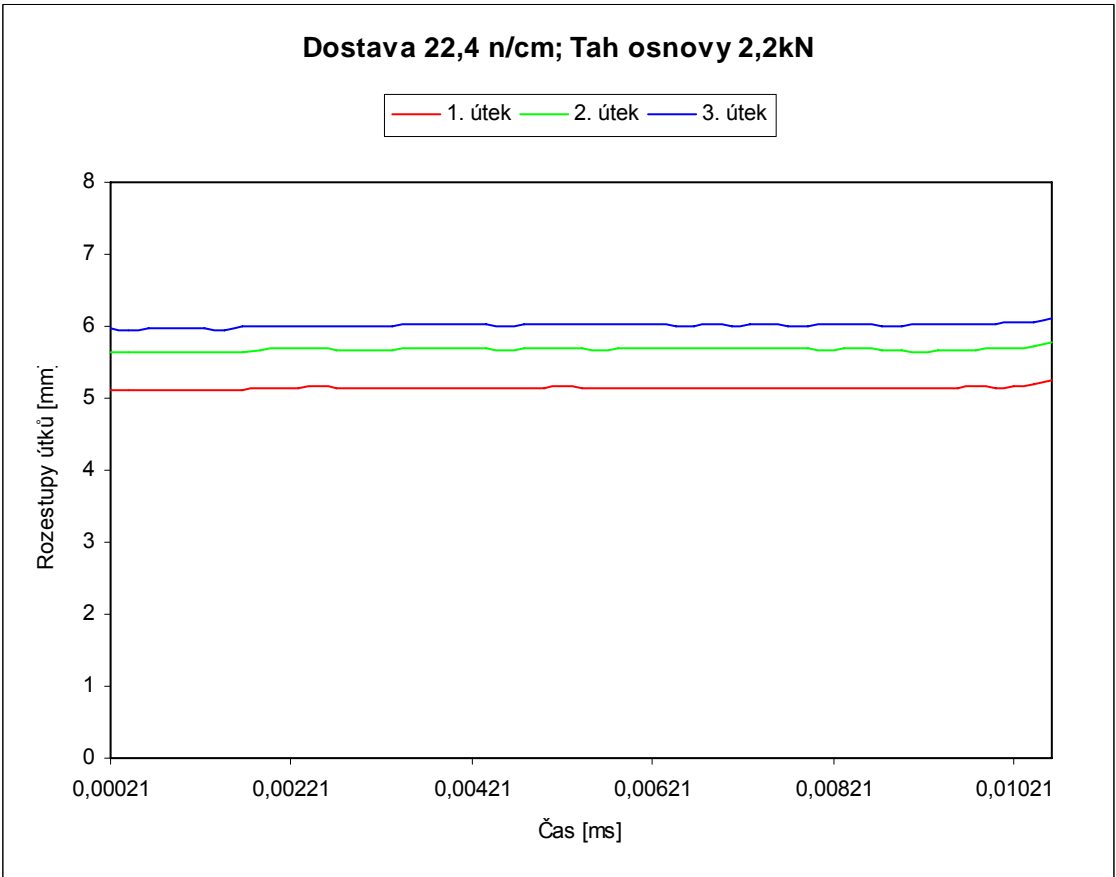
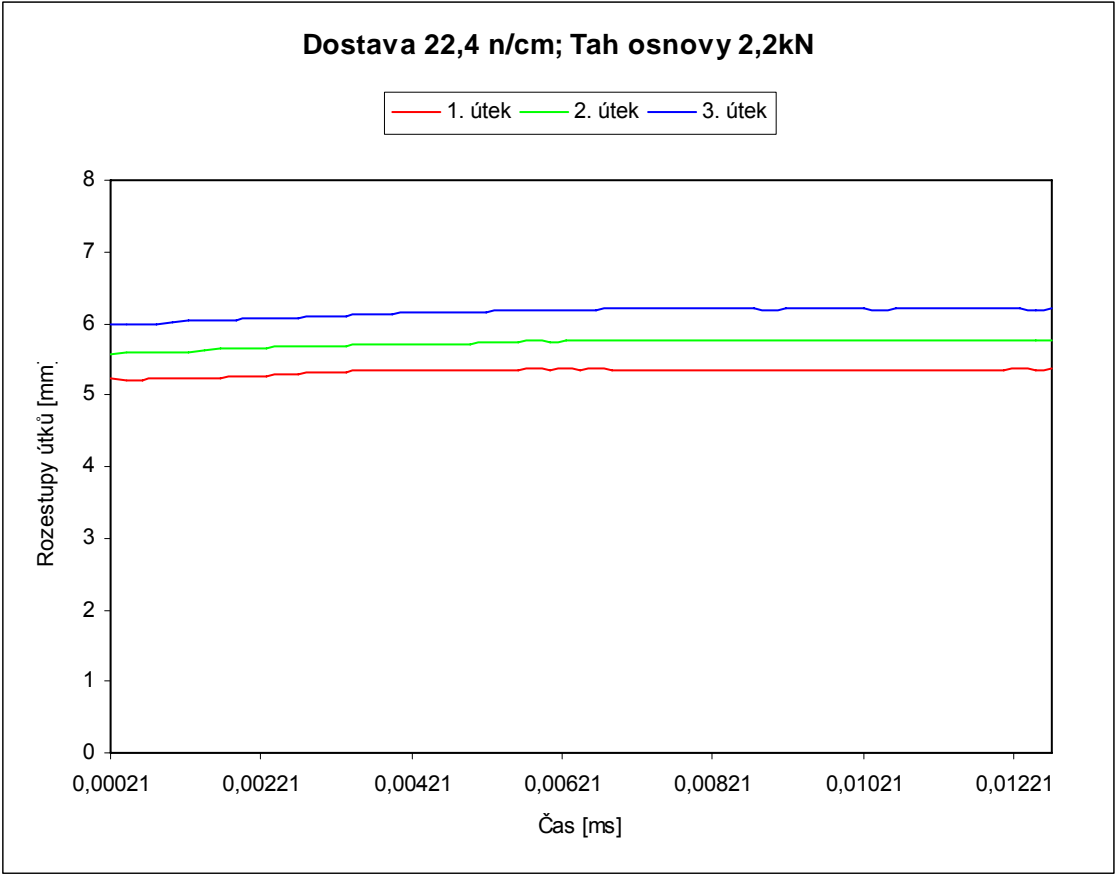


Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 2,2kN



Dostava 15 n/cm; Tah osnovy 2,2kN

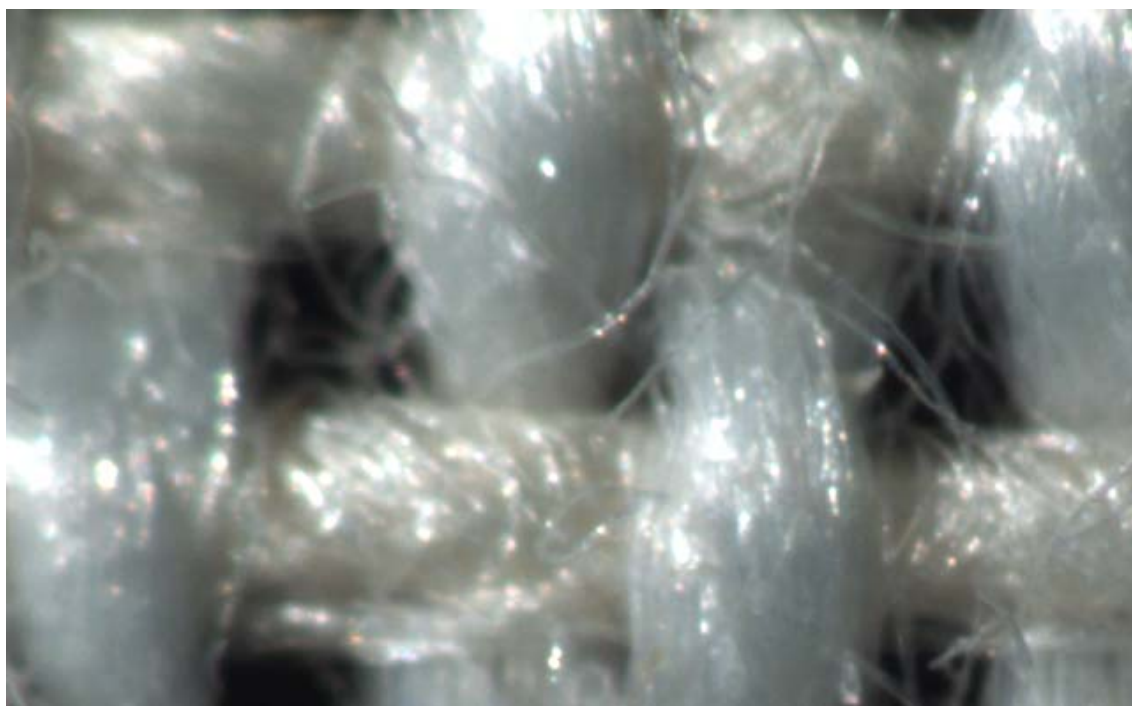




PŘÍLOHA II – Tkaniny nasnímané pomocí makroskopu Kaiser



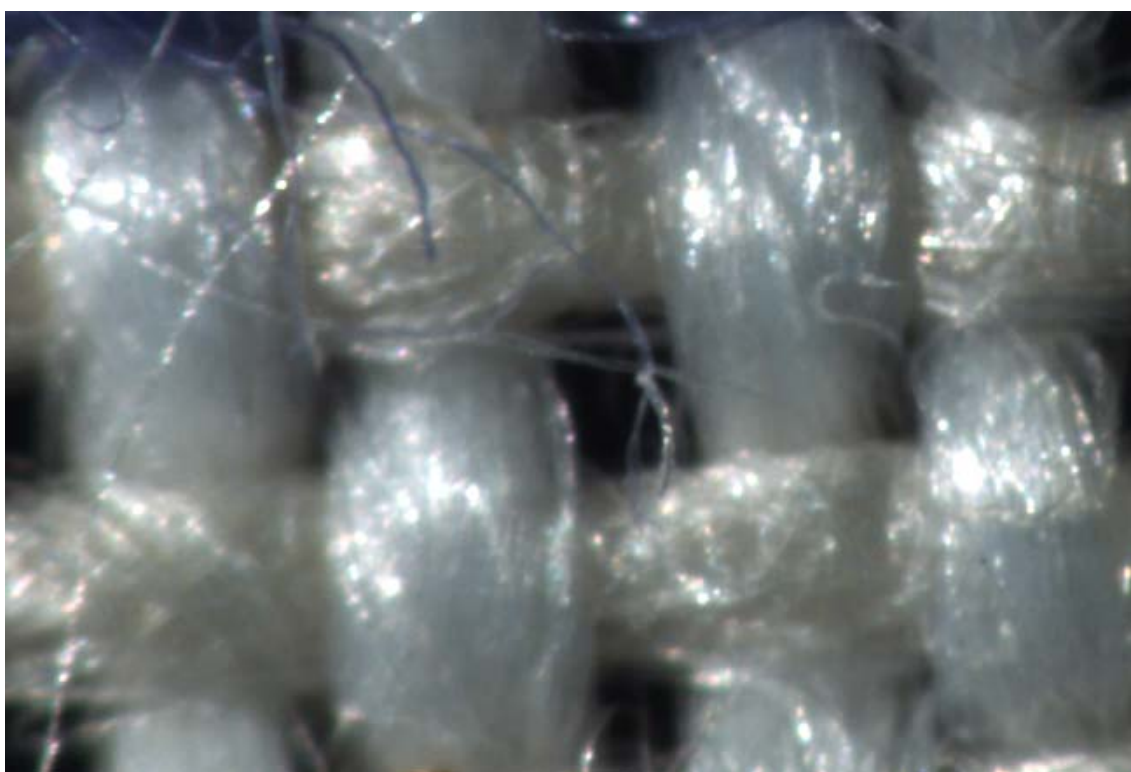
Obr. I Dostava 22,4 n/cm, Tah osnovy 1 kN, Plátno



Obr. II Dostava 15 n/cm, Tah osnovy 1 kN, Plátno



Obr. III Dostava 15 n/cm, Tah osnovy 1,3 kN, Plátno



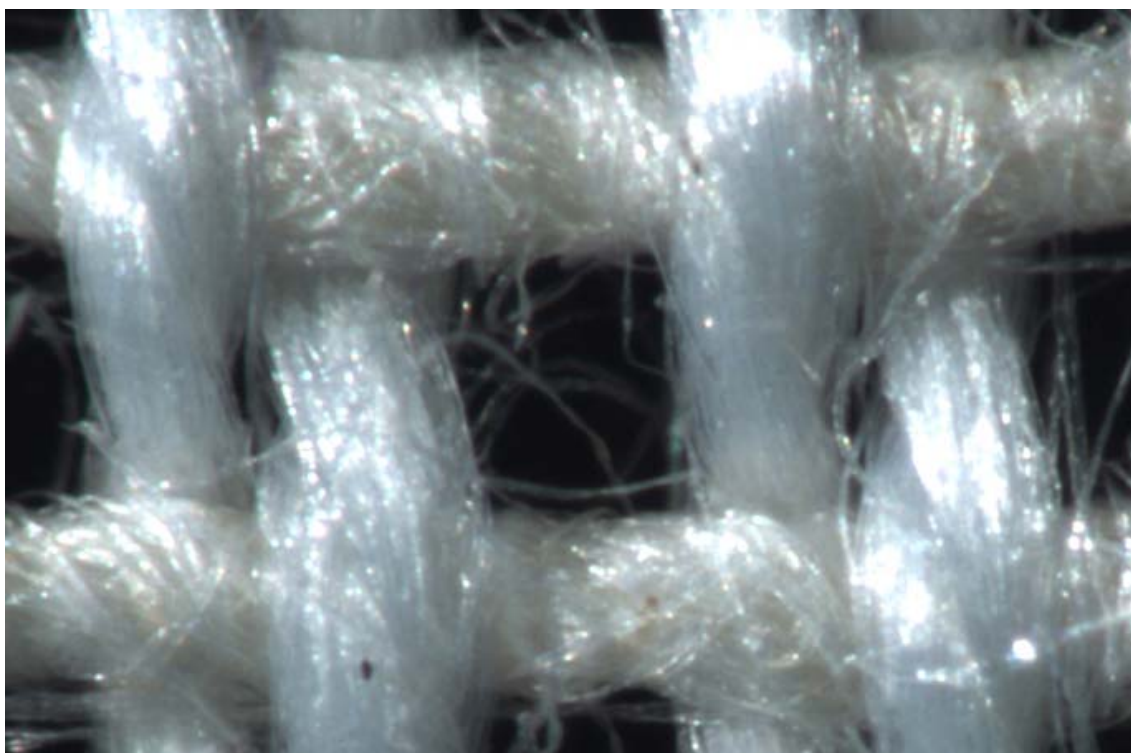
Obr. IV Dostava 22,4 n/cm, Tah osnovy 1,3 kN, Plátno



Obr. V Dostava 22,4 n/cm, Tah osnovy 1,6 kN, Plátno



Obr. VI Dostava 15 n/cm, Tah osnovy 1,6 kN, Plátno



Obr. VII Dostava 15 n/cm, Tah osnovy 1,9 kN, Plátno



Obr. VIII Dostava 22,4 n/cm, Tah osnovy 1,9 kN, Plátno



Obr. IX Dostava 22,4 n/cm, Tah osnovy 2,2 kN, Plátno



Obr. X Dostava 15 n/cm, Tah osnovy 2,2 kN, Plátno



Obr. XI Dostava 15 n/cm, Tah osnovy 2,2 kN, Plátno



Obr. XII Dostava 22,4 n/cm, Tah osnovy 2,2 kN, Kepr 1/3